



HAL
open science

Émergence du virus West Nile en Gironde en 2022 : activation d'un réseau One Health et enquête de circulation virale dans les populations équines, aviaires et entomologiques en 2023

Clément Bigeard

► To cite this version:

Clément Bigeard. Émergence du virus West Nile en Gironde en 2022 : activation d'un réseau One Health et enquête de circulation virale dans les populations équines, aviaires et entomologiques en 2023. Médecine vétérinaire et santé animale. 2024. dumas-04808607

HAL Id: dumas-04808607

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04808607v1>

Submitted on 28 Nov 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0
International License

Année 2024

**ÉMERGENCE DU VIRUS WEST-NILE EN GIRONDE EN 2022 :
ACTIVATION D'UN RÉSEAU ONE HEALTH ET ENQUÊTE DE
CIRCULATION VIRALE DANS LES POPULATIONS ÉQUINES,
AVIAIRES ET ENTOMOLOGIQUES EN 2023**

THÈSE

pour obtenir le diplôme d'État de

DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

présentée et soutenue publiquement devant

la Faculté de Médecine de Créteil (UPEC)

le 11 juillet 2024

par

Clément, André, Maurice BIGEARD

sous la direction de

Julie RIVIÈRE

JURY

Président du jury :	M. Grégory JOUVION	Professeur à l'EnvA
Directrice de thèse :	Mme Julie RIVIÈRE	Professeur à l'EnvA
Examinatrice :	Mme Estelle MANGUIN	Maître de Conférences à l'EnvA
Membre invité :	Mme Gaëlle GONZALEZ	Directrice du LNR West Nile, ANSES

Liste des enseignants intervenant dans l'encadrement des thèses de Doctorat vétérinaire



version mai 2024

Liste des Professeurs et Maîtres de conférences titulaires de l'HDR

M	Adjou	Karim	Professeur	DPASP
M	Audigié	Fabrice	Professeur	DEPEC
M	Bellier	Sylvain	Professeur	DSBP
Mme	Benckroun	Ghita	Maître de conférences HDR	DEPEC
M	Blaga	Radu	Professeur	DSBP
M	Blot	Stéphane	Professeur	DEPEC
M	Boulouis	Henri-Jean	Professeur émérite	DSBP
Mme	Chahory	Sabine	Professeur	DEPEC
Mme	Chastant	Sylvie	Professeur	DPASP
M	Chateau	Henry	Professeur	DSBP
Mme	Chetboul	Valerie	Professeur	DEPEC
Mme	Crepeaux	Guillemette	Maître de conférences HDR	DSBP
Mme	Crevier-Denoix	Nathalie	Professeur	DSBP
M	Degueurce	Christophe	Professeur	DSBP
M	Denoix	Jean-Marie	Professeur	DEPEC
M	Desquilbet	Loïc	Professeur	DSBP
Mme	Dufour	Barbara	Professeur émérite	DPASP
M	Fayolle	Pascal	Professeur émérite	DEPEC
M	Federighi	Michel	Professeur	DPASP
M	Fontbonne	Alain	Professeur	DEPEC
Mme	Gilbert	Caroline	Professeur	DSBP
M	Grandjean	Dominique	Professeur	DEPEC
Mme	Grimard-Ballif	Bénédicte	Professeur	DPASP
Mme	Haddad-Hoang Xuan	Nadia	Professeur	DPASP
M	Jouvion	Gregory	Professeur	DSBP
M	Kohlhauer	Matthias	Professeur	DSBP
Mme	Le Poder	Sophie	Professeur	DSBP
Mme	Le Roux	Delphine	Maître de conférences HDR	DSBP
M	Manassero	Mathieu	Professeur	DEPEC
Mme	Maurey-Guéneç	Christelle	Professeur	DEPEC
M	Millemann	Yves	Professeur	DPASP
M	Ponter	Andrew	Professeur	DPASP
Mme	Risco-Castillo	Véronica	Maître de conférences HDR	DSBP
Mme	Rivière	Julie	Professeur	DPASP
Mme	Robert	Céline	Professeur	DSBP
M	Tiret	Laurent	Professeur	DSBP
M	Tissier	Renaud	Professeur	DSBP
M	Verwaerde	Patrick	Professeur	DEPEC
Mme	Viateau	Véronique	Professeur	DEPEC

Liste des Maîtres de conférences et Ingénieurs de recherche DMV

M	Arné	Pascal	Maître de conférences	DPASP
Mme	Barassin	Isabelle	Maître de conférences	DPASP
Mme	Barbarino	Alix	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
M	Béguin	Jérémy	Maître de conférences	DEPEC
Mme	Bertoni	Lelia	Maître de conférences	DEPEC
Mme	Canonne-Guibert	Morgane	Maître de conférences	DEPEC
Mme	Chevallier	Lucie	Maître de conférences	DSBP
Mme	Cochet-Faivre	Noelle	Maître de conférences	DEPEC
Mme	Cordonnier-Lefort	Nathalie	Maître de conférences	DSBP
Mme	Coudry	Virginie	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
M	Crozet	Guillaume	Maître de conférences	DPASP
Mme	De Paula Reis	Alline	Maître de conférences	DPASP
M	Delsart	Maxime	Maître de conférences	DPASP
Mme	Denis	Marine	Ingénieur de recherche (DMV)	DPASP
M	Deshuillers	Pierre	Maître de conférences	DSBP
M	Gauthier	Michel	Maître de conférences associé	DPASP
Mme	Guérin	Virginie	Maître de conférences	DSBP
Mme	Guétin-Poirier	Valentine	Maître de conférences	DPASP
Mme	Jacquet	Sandrine	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
M	Kurtz	Maxime	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
Mme	Lagrée	Anne-Claire	Maître de conférences	DSBP
Mme	Le Dudal	Marine	Ingénieur de recherche (DMV)	DSBP
Mme	Legrand	Chantal	Maître de conférences associé	DSBP
M	Mammeri	Mohamed	Maître de conférences	DSBP
Mme	Manguin	Estelle	Maître de conférences	DEPEC
Mme	Marignac	Genevieve	Maître de conférences	DSBP
Mme	Marotto	Stéphanie	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
Mme	Maurice	Emeline	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
Mme	Mespoules-Rivière	Céline	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
M	Mortier	Jérémy	Maître de conférences associé	DEPEC
Mme	Ntimet	Narjès	Maître de conférences	DPASP
M	Nudelmann	Nicolas	Maître de conférences	DEPEC
M	Pignon	Charly	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
M	Polack	Bruno	Maître de conférences	DSBP
Mme	Quéré	Émilie	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
M	Radière	Guéric	Maître de conférences associé	DSBP
Mme	Ravary-Plumioën	Bérangère	Ingénieur de recherche (DMV)	DPASP
M	Reyes-Gomez	Edouard	Maître de conférences	DSBP
Mme	Rose	Hélène	Maître de conférences associé	DSBP
M	Tanquerel	Ludovic	Maître de conférences	DEPEC

Remerciements

Au Président du Jury de cette thèse, Grégory Jouvion, Professeur à l'EnvA,

Je vous remercie pour votre disponibilité et votre accueil toujours chaleureux.

À Mme Julie Rivière, Professeur à l'EnvA,

Je vous remercie pour votre écoute, votre rapidité et vos réponses toujours avisées, qui m'ont permis d'écrire cette thèse.

À Mme Estelle Manguin, Maître de conférences à l'EnvA,

Je vous remercie pour votre aide et votre diligence.

À Mme Gaëlle Gonzalez, directrice du LNR West Nile à l'ANSES,

Merci Gaëlle pour cette année de travail et pour toutes ces opérations de recherche, j'ai vraiment hâte de continuer à travailler avec toi et toute l'équipe !

À M. Thierry Touzet, directeur adjoint de la DRAAF de Nouvelle Aquitaine,

Merci Thierry pour ta présence ton calme et ces opportunités que tu m'as offertes à la DDPP puis à la DRAAF. Je souhaite de tout cœur que ce réseau poursuive pour l'intérêt général !

À Mme Camille Migné, directrice adjointe du LNR West Nile à l'ANSES,

Merci Camille pour ton aide et ton écoute, ta réactivité à toute heure, et j'ai vraiment hâte de continuer avec votre équipe !

À M. Denis Malvy, professeur de médecine au CHU Pellegrin au service maladies infectieuses et tropicales,

Merci Denis pour toutes ces discussions, pour cette ouverture à la médecine humaine et de pouvoir faire du One Health sur le terrain !

À M. Alexandre Duvignaud, praticien hospitalier au CHU Pellegrin au service maladies infectieuses et tropicales,

Merci Alexandre pour ton calme et tes conseils avisés, et pour ces conférences que nous allons continuer de faire !

À l'équipe de la DDPP de Gironde, Frédéric, Katia, Benoît et tous les autres

Merci à vous tous pour votre accueil, à la fois sérieux, professionnalisant et toujours joyeux !

À tous les partenaires de terrain sans qui ces études n'auraient pas été possibles : Marianne, Noémie, Fabien, Cassandra et tous les autres

Merci pour votre investissement dans ces actions, et j'ai hâte de continuer de travailler à vos côtés !

Dédicaces :

À ma famille, ma mère, mon père, mes grands-parents, mes frères et sœurs, mes oncles et tante, ma cousine

À mes amis, vétérinaires bovins canins ou équins, ISPV jeunes ou à l'ancienneté contrariée, Littéraires et philosophe, Grimpeurs et sportifs, rôlistes et reconstitueurs

Table des matières

Table des matières	7
Liste des figures	9
Liste des tableaux	11
Liste des abréviations	13
Introduction	15
Première partie : Le virus West Nile, généralités et surveillance	17
1. Etiologie	17
2. Epidémiologie descriptive.....	17
a. <i>Cycle de transmission</i>	17
b. <i>Vecteurs et réservoirs</i>	18
3. Approche clinique.....	20
a. <i>Signes cliniques chez les mammifères sensibles</i>	20
a. Signes cliniques chez les équidés	20
b. Signes cliniques dans l'avifaune	20
c. Symptômes chez l'humain	20
b. <i>Dépistage et diagnostic</i>	21
a. Dépistage et diagnostic au sein des populations animales (équidés et avifaune).....	21
b. Diagnostic chez l'humain	22
c. <i>Traitement</i>	22
a. Traitement chez les équidés	22
b. Traitement dans l'avifaune	23
c. Traitement chez l'humain	23
d. <i>Prévention</i>	23
a. Prévention chez les équidés	23
b. Prévention chez l'humain	24
4. Situation épidémiologique en Europe et système de surveillance.....	24
a. <i>Situation épidémiologique du WNV en Europe</i>	24
b. <i>Bases réglementaires de la surveillance du WNV</i>	26
c. <i>Système de surveillance français du WNV</i>	27
Deuxième partie : Activation d'un réseau « One Health » local et enquête de prévalence sur le WNV au sein de différentes populations animales	31
1. Problématique, contexte et objectifs	31
2. Activation d'un réseau local « One Health »	33
a. <i>Méthodologie de mise en œuvre d'une initiative One Health locale</i>	33
a. L'initiative One Health nourrie par son contexte.....	33
• Le sujet de l'initiative	33
• Les objectifs de l'initiative	34
• Les intérêts des partenaires.....	34
b. La création du premier cercle d'une initiative One Health	35
• Développement d'un socle de connaissances	35
• Les acteurs du premier cercle ou acteurs « centraux »	36
c. Cartographie des acteurs.....	38
d. Le premier contact : un instant crucial.....	38
• Une rencontre en présentiel.....	38
• Un retour individualisé	39

• La capitalisation de la prise de contact	39
<i>b. Résultats : mise en œuvre d'un réseau One Health en Gironde</i>	39
a. La création du réseau	40
b. Le premier cercle du réseau « One Health » de Gironde.....	40
c. La cartographie du réseau One Health en Gironde	42
d. L'activation du réseau en deux temps.....	46
e. Les communications mises en place par le réseau.....	47
f. L'épidémie de virus West Nile en 2023 : gestion en Gironde et mise en perspectives	48
g. Le lancement d'études de prévalence.....	49
<i>c. Discussion de la stratégie développée et de l'activation du réseau One Health</i>	49
3. Etude de la circulation du virus West Nile dans différentes populations animales en Gironde en 2022	52
<i>a. Matériels et méthodes</i>	52
a. Méthodologie suivie pour l'enquête de séroprévalence chez les équidés.....	54
b. Méthodologie suivie pour l'enquête de séroprévalence dans l'avifaune	55
c. Méthodologie suivie pour l'enquête de circulation virale parmi les moustiques	56
<i>b. Résultats</i>	58
a. Résultats de l'enquête de séroprévalence chez les équidés.....	58
b. Résultats de l'enquête de séroprévalence au sein de l'avifaune.....	59
c. Résultats de l'enquête de circulation virale parmi les moustiques	62
<i>c. Discussion</i>	63
a. Discussion de l'enquête de séroprévalence chez les équidés	63
b. Discussion de l'enquête de séroprévalence dans l'avifaune	65
c. Discussion de l'enquête de circulation virale parmi les moustiques	67
4. Discussion générale	69
Conclusion générale	71
Liste des références bibliographiques	73
Annexe 1 : Logo des partenaires du Réseau <i>One Health</i> en Gironde en juin 2023	77
Annexe 2 : Poster présenté lors de la Réunion d'activation	78
Annexe 3 : Lettre adressée par le RESPE aux vétérinaires équins sentinelles	79
Annexe 4 : Communication de l'ARS sur le virus West Nile	80
Annexe 5 : Lettre envoyée par le consortium de chercheurs au HCSP	81
Annexe 6 : Consentement pour l'enquête équine	82
Annexe 7 : Questionnaire aux gestionnaires d'écuries pour l'enquête équine	83
Annexe 8 : Protocole de prélèvements de l'avifaune pour les piégeurs et les chasseurs	84
Annexe 9 : Synthèse du projet de thèse FCPR de Clément Bigeard	85

Liste des figures

Figure 1 : Cycle de transmission du virus West Nile (Laboratoire National de Référence, LNR West Nile).....	18
Figure 2 : Amplification arbovirale au sein d'une population naïve d'oiseaux et de moustiques (Jonathan F. Day et Jeffrey Shaman)	19
Figure 3 : Cas de WNV notifiés en Europe de 2014 à 2018 (source : european center for disease prevention and control, eCDC)	25
Figure 4 : Cas de WNV notifiés en Europe en 2022 (source : european center for disease prevention and control, eCDC).....	26
Figure 5 : Zones de surveillance événementielle renforcée pour le WNV chez l'humain, les équidés et l'avifaune en France en 2023 (carte produite par le LNR sur la base de données fournies par l'OFB).....	29
Figure 6 : Les éléments constitutifs d'une initiative <i>One Health</i> (production personnelle)	35
Figure 7 : Le premier cercle d'une initiative <i>One Health</i> (production personnelle).....	37
Figure 8 : Réseau des partenaires du réseau <i>One Health</i> en Gironde.....	45
Figure 9 : Schématisation de l'activation du réseau <i>One Health</i> en Gironde en juin 2023	46
Figure 10 : Cas symptomatiques de WNV en Nouvelle Aquitaine en 2023 (SpF, LNR West Nile) .	49
Figure 11 : Protocole d'enquête sérologique sur la faune de Gironde pour estimer la circulation du virus West Nile en 2022.....	53
Figure 12 : Critères de sélection des zones de recherches en Gironde	53
Figure 13 : Adaptateur MX pour le piégeage des moustiques (IRBA)	58
Figure 14 : Répartition géographique des résultats sérologiques obtenus chez les équidés.....	59
Figure 15 : Pourcentages d'oiseaux séropositifs au WNV par zone géographique en 2022.....	61
Figure 16 : Présence virale dans les moustiques capturés au sein des pièges de l'étude entomologique en Gironde 2023	62

Liste des tableaux

Tableau 1 Catégories de leviers et freins pour l'adhésion des partenaires au réseau <i>One Health</i> développé en Gironde suite à l'émergence du virus West Nile dans le département en 2022	43
Tableau 2 Leviers et freins identifiés pour l'adhésion des partenaires au réseau <i>One Health</i> développé en Gironde suite à l'émergence du virus West Nile dans le département en 2022	43
Tableau 3 Résultats des analyses sérologiques confirmés par séroneutralisation réalisées sur les équidés prélevés dans la zone d'étude (N=501).....	58
Tableau 4 Proportions d'oiseaux prélevés par espèce aviaire et statut sérologique vis à vis des virus WNV/USUV (confirmés par séroneutralisation)	60
Tableau 5 Proportion d'oiseaux prélevés dans chaque zone et statut sérologique vis à vis des virus WNV/USUV (confirmés par séroneutralisation)	60

Liste des abréviations

Acronyme	Définition
ABM	Agence de la Biomédecine
ADPAG	Association Départementale des Piégeurs Agréés de Gironde
AFVPZ	Association Française des Vétérinaires de Parcs Zoologiques
ANSES	Agence Nationale de Sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
AVEF	Association Vétérinaire Équine de France
ARS	Agence Régionale de Santé
BTI	Bacillus thuringiensis ser. Israelensis
CCE	Communauté des Communes de l'Estuaire
CHU	Centre Hospitalier Universitaire
CNR	Centre National de Référence
COMERC	Comité d'Ethique en Recherche Clinique
COPIL	Comité de Pilotage
COVARIS	Comité de Veille et d'Anticipation des Risques Sanitaires
CVAGS	Cellule de veille d'alerte et gestion sanitaire
DDETSPP	Direction Départementale de l'Emploi, du Travail, des Solidarités et de Protection des Populations
DDPP	Direction Départementale de Protection des Populations
DEB	Direction de l'Environnement et de la Biodiversité
DGAL	Direction Générale de l'Alimentation
DGV	Dépistage Génomique Viral
DGS	Direction Générale de la Santé
DRAAF	Direction Régionale de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Forêt
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
ECDC	European Center for Disease Prevention and Control
EFS	Établissement Français du Sang
EID	Entente Interdépartementale de Démoustication
ENSV	École Nationale des Services Vétérinaires
ENVA	École Nationale Vétérinaire d'Alfort
ESOD	Espèces Susceptibles d'Occasionner des Dégâts
FCPR	Formation Complémentaire Par la Recherche
FDC	Fédération Départementale des Chasseurs
FNC	Fédération Nationale des Chasseurs
GTV	Groupement Technique Vétérinaire
HCSP	Haut Conseil de Santé Publique
IFCE	Institut Français du Cheval et de l'Équitation
IRBA	Institut de Recherche Biomédical des Armées
ISPV	Inspecteur de Santé Publique Vétérinaire
IV	Intraveineuse
JEV	<i>Japanese Encephalitis Virus</i> (Virus de l'Encéphalite Japonaise)

LAV	Lutte Anti-Vectorielle
LDA	Laboratoire Départemental d'Analyse
LNR	Laboratoire National de Référence
LPO	Ligue de Protection des Oiseaux
LRUE	Laboratoire de Référence de l'Union Européenne
LSA	Loi Santé Animale
MUS	Mission des Urgences Sanitaires
NA	Nouvelle Aquitaine
LCR	Liquide Céphalo-Rachidien
OFB	Office Français de la Biodiversité
OVS	Organisme à vocation sanitaire
OH	« <i>One Health</i> », une seule santé
OMSA	Organisation Mondiale de la Santé Animale
PH	Praticien Hospitalier
RESPE	Réseau d'Épidémiologie-Surveillance des Pathologies Equines
SDVEL	Syndicat Départemental des Vétérinaires d'Exercice Libéral
Se	Sensibilité
SIBA	Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon
SNT	Séroneutralisation
Sp	Spécificité
SPF	Santé Publique France
TBEV	<i>Tick Born Encephalitis Virus</i> (virus de l'encéphalite à tiques)
UE	Union Européenne
USA	<i>United States of America</i> (États-Unis d'Amérique)
USUV	<i>Usutu Virus</i> (Virus Usutu)
WN	West Nile
WNV	<i>West Nile Virus</i> (virus West Nile)

Introduction

L'Organisation Mondiale pour la Santé Animale (OMSA) estime que 61 % des maladies infectieuses et 75 % des maladies émergentes décrites chez l'homme sont d'origine animale (Taylor *et al.*, 2001).

Les maladies infectieuses émergentes, et plus particulièrement les maladies vectorielles, sont profondément liées aux changements écologiques qui s'opèrent dans l'environnement. En effet, le changement environnemental global a un impact considérable sur l'émergence ou la réémergence de maladies infectieuses (Nava *et al.*, 2017), ainsi que les facteurs anthropologiques (Negev *et al.*, 2015). Il est donc crucial de prendre en compte la menace constante que les maladies vectorielles zoonotiques font peser sur les populations humaines. Parmi les agents pathogènes concernés, on peut citer notamment les *Flavivirus*, tels que le virus de la Dengue, le virus Zika et le virus West Nile (WNV). Ces virus sont déjà responsables de millions d'infections et de centaines de milliers de morts chaque année (Gubler, 2010). Suite à des cycles de (ré)émergence et aux évolutions climatiques observées ces dernières années, leur distribution géographique continue de s'étendre, représentant donc une potentielle menace à l'échelle mondiale pour la santé publique humaine et vétérinaire (Pierson et Diamond, 2020).

Le WNV est présent en France depuis les années 1960, plus particulièrement dans le pourtour méditerranéen. Son endémicité est prouvée depuis les années 2000 dans cette région (Martin et Simonin, 2019). Toutefois, contre toutes attentes, le WNV a émergé dans le département de Gironde en 2022, département qui ne faisait jusqu'à présent pas partie de sa distribution géographique historique. Cette émergence a suscité des questionnements en santé publique vétérinaire comme humaine. Le WNV étant zoonotique, son impact en santé publique a entraîné une réaction dans l'urgence des organismes de gestion. L'approche « *One Health* » ou « Une seule santé » a été proposée pour la gestion future de cette maladie, avec une volonté de décloisonner au maximum les secteurs de la santé animale, humaine et environnementale.

Ainsi, l'objectif général de cette thèse était de montrer qu'une approche « *One Health* » concrète est possible, en regroupant les acteurs des différentes santés et en rendant opérationnel le réseau d'échange, sur un sujet actuel qu'est l'émergence du virus West Nile en Gironde. Ce travail propose donc un état des lieux sur le virus West Nile, sur les plans épidémiologique, clinique et réglementaire. Est ensuite présentée la problématique soulevée par l'émergence du virus en 2022 dans le département de Gironde, ainsi que les travaux effectués sur le terrain pendant l'année 2023. Un réseau « *One Health* » a été créé et activé, et, conjointement des enquêtes épidémiologiques de recherche opérationnelle ont été mises en œuvre pour mieux estimer la présence du virus sur ce nouveau territoire. Ces travaux ont ensuite été discutés avant de conclure sur la pertinence d'une approche « *One Health* » en coordination avec des actions de recherche opérationnelle.

Première partie : Le virus West Nile, généralités et surveillance

1. Etiologie

Le virus West Nile (WNV) est un virus à ARN simple brin, appartenant à la famille des *Flaviviridae*, genre *Flavivirus*. Il appartient au sérocomplexe de l'encéphalite japonaise. Il mesure 50 nm de diamètre, les virions sont sphériques et enveloppés. Son génome contient environ 11 kilobases, et forme 10 protéines, dont 3 structurales (Rossi *et al.*, 2010).

Phylogénétiquement, cinq lignages de WNV (notés I à V) sont reconnus. Le premier lignage est principalement retrouvé en Europe, Afrique et Moyen-Orient. Le lignage *Ia* a colonisé l'Amérique du Nord en 1999, tandis que le lignage *Ib* est lui retrouvé en Australie. Le lignage *II* est principalement observé en Afrique, bien qu'il soit en train de coloniser l'Europe, notamment par l'est. Peu de connaissances sont actuellement disponibles sur les lignages *III*, *IV* et *V* (Rossi *et al.*, 2010).

BILAN :

Le WNV virus est un *Flavivirus* à ARN, appartenant à un sérocomplexe d'autres arbovirus. Plusieurs lignages sont identifiés, d'origine géographique différentes.

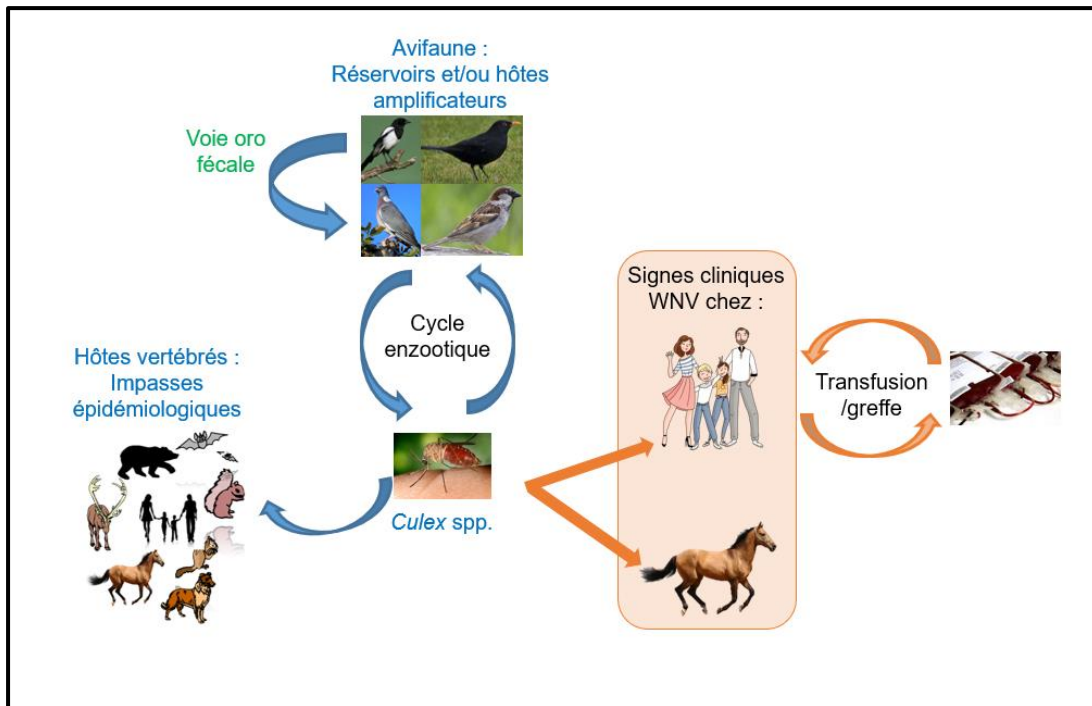
2. Epidémiologie descriptive

a. Cycle de transmission

Le WNV se transmet principalement selon un cycle enzootique entre les oiseaux, considérés comme des réservoirs et hôtes amplificateurs, et les moustiques du genre *Culex*, vecteurs assurant une transmission active du virus (Figure 1). La transmission oro-fécale a par ailleurs été démontrée dans l'avifaune (Athanasakopoulou *et al.*, 2023).

Les mammifères, dont l'être humain, peuvent également être infectés par le WNV, mais ils présentent une virémie trop faible et fugace pour permettre l'infection d'un moustique à l'occasion d'un repas sanguin : ils sont donc considérés comme des impasses épidémiologiques. Des cas de transmission interhumaine ont toutefois été observés suite à des transfusions et transplantations d'organes (Harrington *et al.*, 2003 ; Iwamoto *et al.*, 2003 ; Pealer *et al.*, 2003).

Figure 1 : Cycle de transmission du virus West Nile (Laboratoire National de Référence, LNR West Nile)



b. Vecteurs et réservoirs

Le WNV a été détecté chez 65 espèces de moustiques différentes, mais celles-ci ont une compétence variable. La transmission du WNV aux vertébrés se fait majoritairement par l'intermédiaire du moustique commun *Culex spp.* (Martinet *et al.*, 2019).

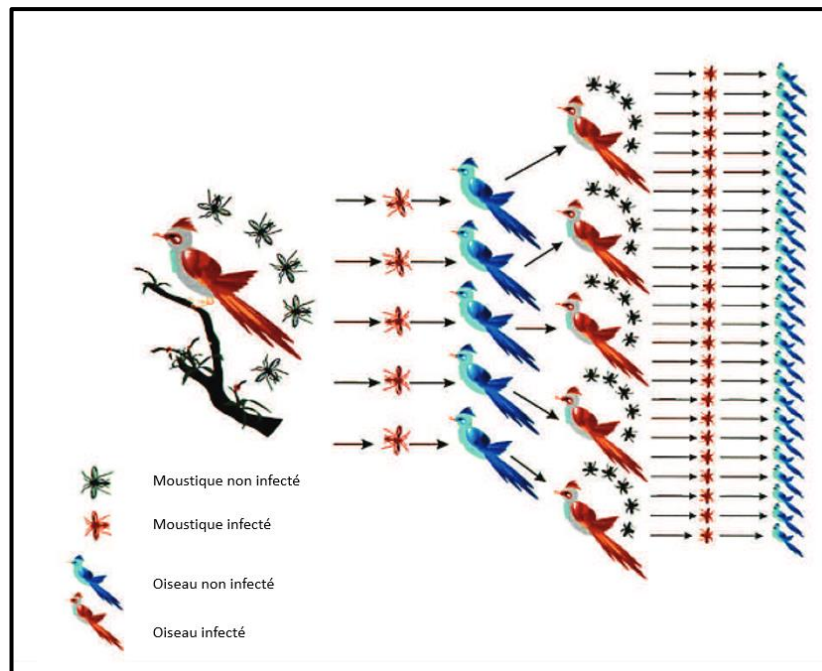
La capacité du vecteur à acquérir puis transmettre le virus, après en avoir assuré sa multiplication, correspond à la compétence vectorielle. Pour être compétent, un moustique doit permettre un passage du virus depuis son intestin vers ses organes (notamment les glandes salivaires), avec ensuite une réplication virale dans ces organes. La température ambiante et la quantité de virus ingérée sont des facteurs essentiels dans la vitesse de réplication virale et la rapidité avec laquelle le virus est répliqué dans les glandes salivaires du moustique (Day et Shaman, 2011).

Le WNV a été identifié chez plus de 326 espèces d'oiseaux. Certaines espèces d'oiseaux peuvent agir comme réservoir : il s'agit des familles des *Passériformes*, *Falconiformes*, *Accipitriformes*, *Charadriiformes*, *Colombiformes*, *Rhéiformes* (Figuerola *et al.*, 2022 ; Habarugira *et al.*, 2020 ; More *et al.*, 2017 ; Musto *et al.*, 2023). L'infection de l'avifaune européenne reste majoritairement asymptomatique, contrairement à l'infection de l'avifaune américaine (LaDeau *et al.*, 2007).

Le passage de l'hiver par le WNV est encore une zone d'ombre de son cycle. Deux approches s'opposent : certains auteurs considèrent que le virus est réintroduit chaque année par des oiseaux migrateurs, tandis que d'autres considèrent que le virus se maintient par des voies de transmissions alternatives. Ainsi, une transmission oro-fécale chez l'oiseau est avancée (Athanasakopoulou *et al.*, 2023 ; Hartemink *et al.*, 2007) ; ainsi que la possibilité du maintien du virus dans des populations de moustiques. En Italie, il a ainsi été démontré que les moustiques, principalement l'espèce *Culex pipiens*, pouvaient supporter le passage de l'hiver et être infectants en avril suivant. Toutefois, il n'a

pas encore été démontré le possible maintien du virus au sein des larves ou d'adultes, dans des zones leur offrant des conditions optimales de survie (espaces chauffés par exemple) (Mancini *et al.*, 2017). La Figure 2 illustre la manière dont s'amplifie une arbovirose comme le WNV (Day et Shaman, 2011). Cette amplification s'arrête lorsqu'il reste trop peu de moustiques compétents ou trop peu d'oiseaux sensibles.

Figure 2 : Amplification arbovirale au sein d'une population naïve d'oiseaux et de moustiques (Jonathan F. Day et Jeffrey Shaman)



BILAN :

Le WNV virus est maintenu par un cycle enzootique entre l'avifaune (passériformes majoritairement) et les moustiques (du genre *Culex* majoritairement). Les moustiques infectés prenant un repas sanguin sur l'être humain ou le cheval peuvent les infecter, mais tous les mammifères sont considérés comme des impasses épidémiologiques car ils ne peuvent pas retransmettre l'infection à d'autres moustiques à l'occasion d'un repas sanguin. Toutefois, la transmission interhumaine est possible par le biais des transfusions et transplantations. Le virus est soupçonné de se maintenir au cours de la période hivernale.

3. Approche clinique

a. Signes cliniques chez les mammifères sensibles

a. Signes cliniques chez les équidés

L'infection est difficile à identifier cliniquement chez les équidés : les animaux infectés sont généralement asymptomatiques (dans 80 % des cas), ou présentent des signes cliniques légers (syndrome pseudo-grippal) (<20 % des cas). Des formes nerveuses sévères, caractérisées par des encéphalites et/ou des méningites sont identifiées dans 1 à 10 % des cas chez les équidés (Habarugira *et al.*, 2020 ; Pradier *et al.*, 2012). La létalité des formes neuroinvasives varie entre 1 et 45 % (20 % en moyenne) chez les équidés en Europe (More *et al.*, 2017). Les individus immunodéprimés et les individus âgés ont tendance à développer des formes neuroinvasives avec des signes plus grave (Furr et Reed, 2015).

L'incubation dure 5 à 22 jours lors d'une infection à WNV chez les équidés. Les signes cliniques équins sont autant systémiques que neurologiques en cas de manifestation clinique. Les signes systémiques les plus fréquemment observés sont une augmentation de la température rectale (38,6 à 39,4°C), une anorexie, et une dépression. Les signes neurologiques peuvent se manifester sous forme de boiteries, d'ataxie, de parésie asymétrique ou non. La parésie est en générale flaccide. Des fasciculations sont caractéristiques de cette infection, elles peuvent être sévères et concerner tous les membres et le tronc, et sont particulièrement visibles sur le nez et les paupières. Des changements de personnalité et une hyperexcitabilité peuvent également être observés, parfois avec des périodes d'hyposensibilité ressemblant à de la narcolepsie, voire du coma. La durée et la sévérité des signes cliniques sont très variables. La plupart des chevaux commencent à récupérer en 3 à 7 jours, avec une guérison totale environ 1 à 6 mois après le début des signes cliniques (Furr et Reed, 2015).

b. Signes cliniques dans l'avifaune

Des cas symptomatiques sont également détectés ponctuellement dans l'avifaune européenne, le plus souvent sur des rapaces et corvidés. Les signes cliniques sont frustrés le plus souvent, et c'est surtout une mortalité (quoique faible) qui est détectée (More *et al.*, 2017).

Dans l'avifaune américaine, la létalité du virus est avérée pour 208 espèces (Marra *et al.*, 2004). Les signes cliniques sont divers (anorexie, perte de poids, léthargie, arrachage de plumes), et sont principalement neurologiques. Lors des stades plus avancés de la maladie neurologique, les oiseaux développent des tremblements (en particulier de la tête), une cécité (atteinte centrale), de l'ataxie, jusqu'aux convulsions avant le décès (Marra *et al.*, 2004).

c. Symptômes chez l'humain

Comme chez les équidés, l'infection humaine au virus WN est difficile à identifier cliniquement. La présentation clinique est presque la même que chez l'animal : les cas sont généralement asymptomatiques (~80 % des cas), ou présentent des symptômes légers (syndrome pseudo-grippal notamment) (<20 %). Des formes nerveuses sévères sont identifiées dans environ 1 cas sur 150 (Weaver et Barrett, 2004). Les symptômes peuvent aller de troubles du comportement, confusion, troubles de conscience, jusqu'au coma. D'autres signes peuvent apparaître comme une irritation

méningée, souvent au second plan (céphalées, raideur de nuque, photo-phono-phobie). Les tableaux atypiques sont possibles, notamment chez le sujet âgé (Collège des universitaires de Maladies Infectieuses et Tropicales, 2022).

La létalité des formes neuroinvasives varie entre 1 et 10 % chez l'humain (Rossi *et al.*, 2010 ; Weaver et Barrett, 2004). Les enfants, personnes âgées et immunodéprimés ont tendance à développer des formes neuroinvasives.

La transmission inter humaine par les transplantations et transfusions est avérée (Harrington *et al.*, 2003 ; Iwamoto *et al.*, 2003 ; Pealer *et al.*, 2003) et représente un enjeu important. En effet, les populations les plus à risque de développer des formes graves (immunodéprimées) sont surreprésentées dans les receveurs potentiels.

b. Dépistage et diagnostic

Il n'y a aucun signe pathognomonique de l'infection par le WNV. Il faut considérer finement les données épidémiologiques pour la suspecter ou non, sachant que d'autres infections font partie du diagnostic différentiel dans les zones considérées comme enzootiques pour le WNV. Des analyses de laboratoire sont donc indispensables pour confirmer l'infection, et peuvent reposer sur différents tests biologiques.

a. Dépistage et diagnostic au sein des populations animales (équidés et avifaune)

Chez les équidés, l'infection provoque la production d'anticorps IgG, qui se maintiennent plusieurs années post-infection dans le sérum d'un individu, ainsi que la production d'anticorps IgM, détectables durant un à deux mois post-infection dans le sérum d'un individu (Rossi *et al.*, 2010).

Une question essentielle pour le dépistage du WNV dans les populations animales est celle de la sensibilité (Se) et spécificité (Sp) des tests. En France, les analyses de routine réalisées par le Laboratoire National de Référence (LNR) West Nile (Anses Maisons-Alfort) sont les suivantes :

- test ELISA ID Screen® Flavivirus Competition (IDVet, Montpellier)
- test de séroneutralisation (SNT)
- test *ELISA ID Screen® WNV IgM capture* (IDVet, Montpellier)

Le premier test permet un large dépistage d'anticorps dirigés contre divers *Flavivirus* tels que le WNV, l'USUV et le virus de l'encéphalite à tique (TBEV), trois *Flavivirus* circulant en France. Ce test commercial et standardisé est largement utilisé dans les différents LNR WNV européens (Données du Laboratoire de Référence de l'Union Européenne (LRUE) Maladies équines) puisqu'il offre une très bonne sensibilité diagnostique. Pour identifier le ou les *Flavivirus* détecté(s) par le test ELISA, le LNR utilise un second test plus spécifique sur tous les résultats positifs ou douteux au *ID Screen® Flavivirus Competition* : la séroneutralisation (SNT). Des séroneutralisations pour WNV, USUV et TBEV peuvent ainsi être réalisées. Des individus positifs à plusieurs virus peuvent être diagnostiqués. Cependant, un test positif pour les WNV et USUV pour un même équidé ne signifie pas forcément qu'il ait été en contact avec les deux virus. En effet, le WNV et l'USUV appartiennent au même sérocomplexe (sérocomplexe du virus de l'encéphalite japonaise, JEV) ; des réactions sérologiques croisées peuvent donc être observées. L'interprétation des résultats est alors assez complexe. Le test de SNT permet d'estimer le titre en anticorps neutralisants dirigés contre un virus, qui est égal à l'inverse de la dilution du sérum (dilution en cascade 2 à 2, avec une dilution initiale de 1/5). La discrimination entre le WNV et l'USUV est possible dès lors que 4 dilutions d'écart sont

observées entre les deux titres. Par exemple, si un individu est WNV positif à la dilution 1/320 (très dilué, donc très concentré initialement) et USUV positif à la dilution 1/20 (très peu dilué donc peu concentré), il est alors considéré positif uniquement au WNV. Si la différence est moins importante (exemple : WNV dilué à 1/160 et USUV dilué à 1/80), la discrimination entre les deux virus est impossible et il n'est pas possible de savoir si l'animal est plutôt infecté par le WNV ou par l'USUV.

Par ailleurs, lorsque des IgM anti-WNV sont détectés par le troisième test (test *ELISA ID Screen® WNV IgM capture*), on considère que l'individu a été infecté par le WNV récemment. Ce test est à la fois sensible et spécifique.

D'autres tests sont à mettre en place pour identifier la souche virale, notamment des tests PCR pouvant être réalisés sur du sang, de l'urine (pour les équidés) ou l'urate (pour l'avifaune), sur un prélèvement de l'obex ou de liquide céphalo rachidien (LCR) chez les équidés, ou encore sur des prélèvements de foie, rate ou encéphale dans l'avifaune. En effet, la détection de matériel génétique est essentielle pour confirmer la circulation virale, en complément des tests sérologiques précédemment présentés (More *et al.*, 2017 ; Rossi *et al.*, 2010).

b. Diagnostic chez l'humain

Lorsqu'un patient montre des signes évocateurs (cf. 1.3.a.c), la démarche diagnostique comprend alors un interrogatoire ainsi qu'un examen clinique (pour déterminer les signes neurologiques et extra-neurologiques d'orientation), mais surtout une ponction lombaire et des examens biologiques (dont hémocultures, recherche de paludisme, sérologie VIH). La ponction lombaire est centrale pour le diagnostic, car elle permet de diriger le médecin vers les encéphalites virales. Elle doit donc être réalisée en urgence avant la réalisation de l'imagerie cérébrale (scanner injecté, ou IRM si disponible), dernière étape de la démarche diagnostique (Collège des universitaires de Maladies Infectieuses et Tropicales, 2022).

Le diagnostic repose ensuite sur des tests sérologiques pour la détection d'arbovirus, en particulier la détection d'IgM en ELISA dans le sérum et le LCR, et la séroneutralisation (en comparant deux sérums à J4 et durant la période de convalescence). Des analyses virologiques sont également réalisées, en particulier des analyses PCR et une culture en phase virémique (qui s'étale de 2 jours avant et jusqu'à 4 jours après le début de la maladie). Les IgM sériques spécifiques persistent pendant plus d'un an. Le virus est rarement identifié dans le LCR (Collège des universitaires de Maladies Infectieuses et Tropicales, 2022).

c. Traitement

a. Traitement chez les équidés

Aucun traitement antiviral n'est disponible contre le WNV, ni contre aucun autre *Flavivirus* chez les équidés. Malgré l'aspect très bref des signes cliniques, certains traitements peuvent être proposés. La Flunixin méglumine, à la dose d'1,1 mg/kg toutes les 12h par voie intraveineuse (IV) est ainsi recommandée en début d'évolution, pour réduire la sévérité des trémulations et fasciculations musculaires (Furr et Reed, 2015).

Des traitements plus agressifs peuvent être mis en place sur des chevaux couchés, que ce soit de la dexaméthasone ou du mannitol. Mais, de manière générale, le pronostic est mauvais pour

ces animaux dont l'état clinique est très dégradé, et ces traitements ne sont donc pas toujours efficaces. Une partie importante de la mortalité des chevaux en décubitus suite à une infection par le WNV résulte en réalité de leur euthanasie, en l'absence de traitement approprié et efficace (Furr et Reed, 2015).

b. Traitement dans l'avifaune

Il n'y a pas de traitement décrit chez l'avifaune, excepté un traitement de soutien : réhydratation, prévention de l'hypothermie, nursing (communication personnelle, centre de soins de la faune sauvage d'Audenges).

c. Traitement chez l'humain

Chez l'homme, le traitement du WNV est symptomatique. Aucun traitement antiviral n'a montré d'effet sur la mortalité (Collège des universitaires de Maladies Infectieuses et Tropicales, 2022).

Toutefois, lors de la prise en charge des patients, le diagnostic est difficile à établir. Aussi, lorsque le WNV n'a pas encore été identifié, la conduite à tenir face à une méningo-encéphalite est de réaliser un traitement anti-infectieux empirique pour parer à toutes les probabilités (traitement antibactériens, anti paludique, et antiviral). A ce traitement des mesures symptomatiques sont associées (équilibre hydroélectrolytique, maintien des fonctions cardiorespiratoires, traitement des crises convulsives et de l'hypertension intracrânienne...).

d. Prévention

Plusieurs éléments entrent en jeu dans la prévention de l'infection au virus WN. La première étape est de limiter la population de moustiques, vecteurs de l'infection, autour des individus réceptifs. Pour cela, il s'agit de lutter contre les gîtes larvaires, qui correspondent généralement à des zones d'eaux stagnantes, soit en éliminant les points d'eaux soit en pratiquant un traitement larvicide (type BTI). Le BTI, acronyme de *Bacillus thuringiensis ser. israelensis* est une bactérie utilisée pour ses spores, qui contiennent un cristal protéique toxique uniquement pour certaines espèces de diptères. En effet la toxicité nécessite une activation sélective dans le tube digestif de la larve. Le BTI est ainsi capable d'éliminer 80 % des larves (EID Méditerranée, 2024).

Le traitement chimique adulticide disponible et son protocole sont conçus pour les moustique du genre *Aedes*, avec pour objectif de prévenir la diffusion de maladie ayant un réservoir humain. Il n'est pas recommandé pour le WNV (arbovirus à vecteur du genre *Culex*), car la génération suivante de moustiques (arrivant rapidement, en raison des éclosions quotidiennes) peut se réinfecter auprès de l'avifaune réservoir en l'espace de quelques jours. De plus, ce type de traitement, s'il est répété, risque d'induire progressivement des résistances aux insecticides, et est ainsi déconseillé au vu de sa faible efficacité sur l'élimination du WNV (MINISTÈRE DES SOLIDARITÉS ET DE LA SANTÉ, 2020).

a. Prévention chez les équidés

La vaccination des équidés est autorisée en France pour le vaccin PROTEQ WEST NILE® (mis sur le marché en 2011). La recommandation est de réaliser une primovaccination avec deux doses espacées de quatre semaines, puis un rappel tous les ans (Med'Vet, 2024).

b. Prévention chez l'humain

La prévention repose sur la lutte antivectorielle et la protection individuelle : répulsifs, limitation de l'exposition en dehors des habitations. Il n'y a pas de vaccin adapté à l'usage humain contre le WNV.

BILAN :

Chez l'humain et le cheval, le virus West Nile ne provoque en général pas de symptômes, dans 80 % des cas, ou seulement des signes fébriles de type pseudo-grippaux, qui peuvent être observés dans moins de 20 % des cas d'infection. Plus rarement (moins de 1% des cas), des signes neurologiques sont observés, pouvant être sévères et conduire à la mort de l'individu atteint. Le dépistage sérologique est difficile en raison d'une proximité génétique avec d'autres *Flavivirus*. Aucun traitement spécifique n'est disponible, que ce soit chez les équidés ou chez l'humain, seul le recours à un traitement symptomatique est possible. Certains cas symptomatiques peu graves non traités peuvent toutefois guérir spontanément. La seule prévention efficace repose sur la vaccination, disponible uniquement chez les équidés, ainsi que la lutte anti-vectorielle contre les moustiques (destruction des gîtes larvaires, vêtements longs et répulsifs...).

4. Situation épidémiologique en Europe et système de surveillance

a. Situation épidémiologique du WNV en Europe

Découvert en Afrique en 1937, le WNV circule à bas bruit en Europe dans les années 1960. Mais depuis 1994, des épidémies et épizooties majeures ont été observées en Europe dans le bassin méditerranéen ou dans les Balkans (Murgue *et al.*, 2001). La plupart des cas avant 2007 sont liés au lignage I. De sévères épidémies ont été observées en Roumanie en 1996 (393 cas humains dont 17 décès) (Tsai *et al.*, 1998) puis en Russie en 1999 (183 cas humains dont 40 morts) (Martin et Simonin, 2019).

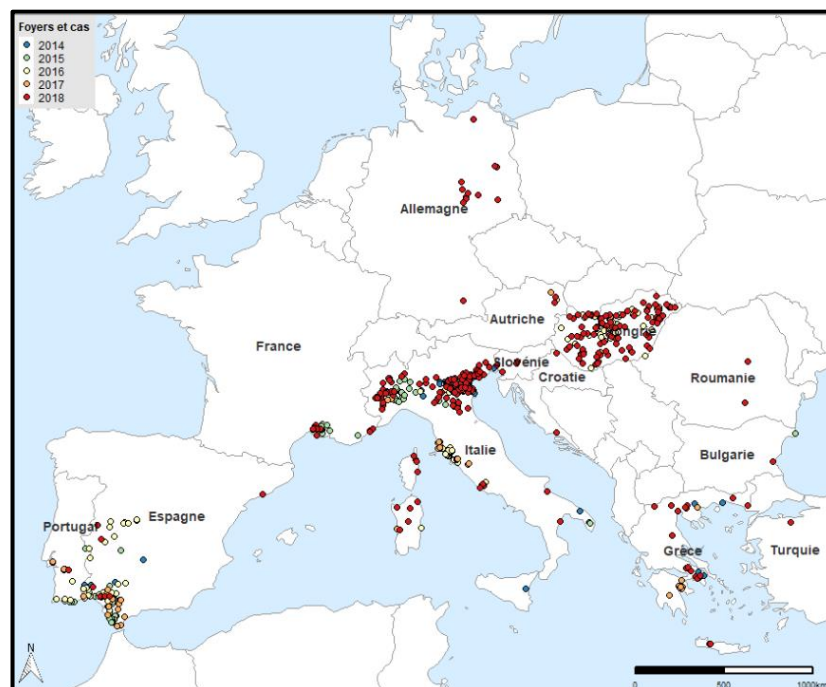
Notons que le WNV (lignage I) a été introduit en 1999 aux États-Unis d'Amérique (USA), causant de nombreux cas d'infections neuro-invasives chez l'humain et l'équin (Hayes *et al.*, 2005 ; Sejvar *et al.*, 2003).

Lors de ces épisodes de circulation, les cas étaient généralement concentrés entre juin et novembre, ce qui a permis de considérer cette période comme correspondant à la saison de circulation du WNV.

Le lignage II du WNV a provoqué les premiers cas humains en 2007 en Hongrie, bien que ce lignage circulait déjà dans l'avifaune européenne auparavant. Il a ensuite été associé à des épidémies en Grèce, Italie, Russie ; mais c'est en 2018 que ce lignage a circulé de manière très importante en France et en Europe. Cette saison de circulation a débuté très tôt, les premiers signes cliniques ayant été détectés fin mai chez l'humain (alors qu'habituellement ils sont plutôt recensés à partir de juin, jusqu'à novembre). Cette année 2018 a été marquée par une circulation virale sur

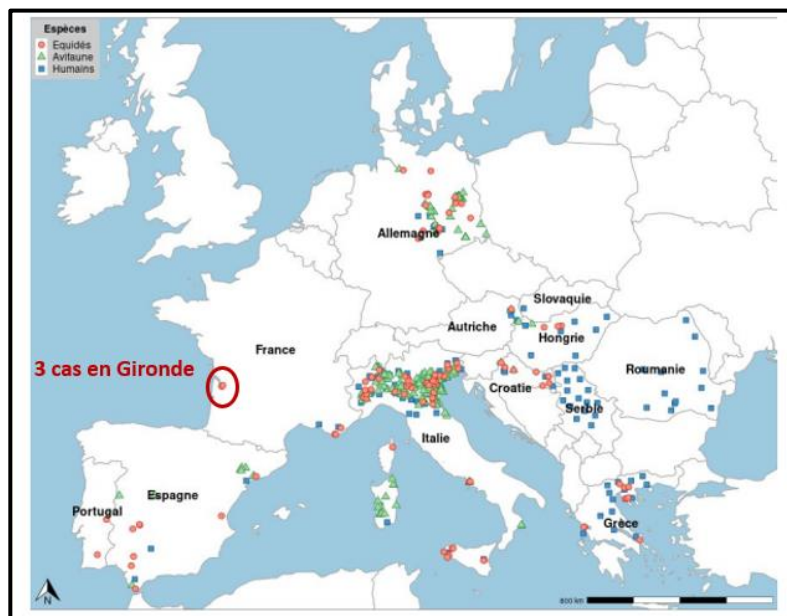
une grande zone géographique, ainsi que par un taux d'infection plus important que dans les saisons précédentes. Au total, 2 083 cas humains dont 181 décès ont été confirmés dans un total de 15 pays de l'Union Européenne (UE). Les pays les plus touchés étaient l'Italie (576 cas dont 46 décès), la Serbie (415 cas dont 35 décès), la Grèce (311 cas donc 47 décès) et la Roumanie (277 cas dont 43 décès), ce qui représentait plus de cas pour cette seule année 2018 que pour les dix précédentes années. Toutefois, le taux de létalité (estimé à 9 %) n'était pas très différent de celui des années précédentes (11 % en 2017, 9 % en 2016). En complément, 285 cas ont été détectés en 2018 chez le cheval, principalement en Italie (n=149), Hongrie (n=91), Grèce (n=15) et France (n=13). Malgré cette saison intense, le WNV est resté cantonné à ses aires de distribution habituelles : le pourtour méditerranéen de la Grèce jusqu'à la région de Séville, les Balkans et l'est de l'Allemagne (Martin et Simonin, 2019). Ces cas sont présentés sur la Figure 3 (eCDC, 2024)

Figure 3 : Cas de WNV notifiés en Europe de 2014 à 2018 (source : european center for disease prevention and control, eCDC)



Durant la saison de transmission 2022, l'Europe a de nouveau subi une intense circulation du WNV (lignage II). Au total, 257 cas aviaires, 96 cas équins et 1 191 cas humains ont été recensés au sein des Etats Membres (INRAE *et al.*, 2022). En France, 9 cas équins ont été détectés dans le pourtour méditerranéen (départements du Var et Corse), ainsi que trois cas dans le département de Gironde, pour la première fois depuis des décennies (Figure 4 (eCDC, 2024)). En effet, en France, le WNV circule dans le pourtour méditerranéen, zone considérée comme endémique depuis les années 2000. Cette émergence en Gironde, loin de la région endémique, a posé de nombreuses questions sur la cause de cette extension de l'aire de distribution du WNV.

Figure 4 : Cas de WNV notifiés en Europe en 2022 (source : european center for disease prevention and control, eCDC)



b. Bases réglementaires de la surveillance du WNV

L'infection à virus West Nile est à une maladie à déclaration obligatoire dans l'Union Européenne chez l'humain, les équidés et les oiseaux (maladie classée E¹ dans la Loi Santé Animale, LSA)

Pour les équidés, aucune mesure de lutte précise n'est obligatoire, mais la législation permet des mesures très coercitives (blocage, voire dépeuplement d'un élevage considéré comme infecté). Ces mesures sont toutefois disproportionnées pour l'infection au WNV, car l'arrêté de référence porte sur les encéphalites virales des équidés au sens large. Or, il existe d'autres encéphalites, en particulier en Amérique du nord et du sud², pour lesquelles le cheval est un hôte amplificateur, ce qui n'est pas le cas de l'infection à virus West Nile pour laquelle le cheval joue un rôle mineur dans le cycle épidémiologique (cul-de-sac épidémiologique). Ces maladies ne sont pas présentes sur le territoire français, mais sont bien plus graves. Il est donc possible de motiver en droit des mesures très coercitive (blocage des animaux, dépeuplement immédiat) sur les équidés pour l'infection par le WNV (MINISTÈRE DE L'ALIMENTATION, DE LA PÊCHE ET DES AFFAIRES RURALES, 2021).

La déclaration d'un cas (humain, équin ou aviaire) provoque une prise de décision du Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP), qui va mandater des analyses sur les produits humains. Les poches de sang doivent alors être investiguées par l'établissement Français du Sang (EFS) dans la fenêtre épidémiologique à risque (soit en moyenne 10 jours avant le début des symptômes chez le

¹ Maladies répertoriées à l'égard desquelles une surveillance est nécessaire au sein de l'Union Européenne.

² Encéphalite équine de l'est et de l'ouest, encéphalite équine vénézuélienne

cas symptomatique). Ces analyses sont désignées sous le terme de Dépistage Génomique Viral (DGV) (HCSP, 2023).

c. Système de surveillance français du WNV

La surveillance se définit comme une "méthode fondée sur des enregistrements permettant de suivre de manière régulière et prolongée l'état de santé ou les facteurs de risque d'une population définie, en particulier de déceler l'apparition de processus pathologiques et d'en étudier le développement dans le temps et dans l'espace en vue de l'adoption de mesures appropriées de lutte" (Dufour et Hendrikx, 2011). Plusieurs modalités de surveillance peuvent être définies :

- Événementielle (parfois appelée surveillance « passive ») : détection, signalement des cas (suite à l'identification de signes cliniques évocateurs de la maladie concernées) et déclaration aux autorités compétentes pour analyses et investigations ;
- Syndromique : détection et signalement des anomalies de morbidité/mortalité au sein d'ensembles de symptômes (par exemples signes neurologiques pour le WNV) ;
- Programmée (parfois appelée surveillance « active ») : recherche active de l'agent pathogène au sein d'un échantillon d'individus d'une taille prédéterminée, dans des zones définies.

La surveillance française actuelle des infections à WNV se fonde sur des modalités de surveillance événementielles et syndromiques (chez l'humain, la faune domestique et la faune sauvage). En cas de suspicion, les individus sont prélevés et font l'objet d'analyses par les laboratoires départementaux puis confirmés par le laboratoire de référence. De plus, les syndromes neurologiques équinés sont suivis et une augmentation de leur fréquence ou de la fréquence de comorbidités associées entraîne un renforcement de leur investigation.

Le système de surveillance français a été initié en 2000 et inclut de nombreux acteurs de la santé publique. Au sein des acteurs de la santé animale, nous pouvons citer :

- la Direction Générale de l'Alimentation (DGAL), directement sous le ministre de l'Agriculture. La DGAL dirige et planifie la stratégie de surveillance dans le domaine de la faune domestique ;
- la Direction Régionale de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Forêt (DRAAF) : les DRAAF coordonnent les ressources au niveau régional, et possèdent également un rôle de veille épidémiologique ;
- les Directions Départementales (de l'Emploi, du Travail, des Solidarités et) de la Protection des Populations (DDETSPP ou DDPP), qui sont le niveau opérationnel départemental. Ce sont les DD(ETS)PP qui signalent les cas détectés par les acteurs de terrain et gèrent la mise en œuvre des mesures de gestion le cas échéant ;
- l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses), qui est mandatée par la DGAL en tant que Laboratoire National de Référence (LNR) pour les analyses de confirmation pour le virus West Nile. L'Anses dirige également le laboratoire européen de référence (LRUE) pour les maladies équinées depuis 2008, en application du règlement 180/2008 de la commission européenne du 28 février 2008 ;
- Le Réseau d'Épidémiologie-Surveillance des Pathologies Équinées (RESPE), qui est une organisation privée qui s'appuie sur un réseau local de vétérinaire équin pour détecter les syndromes neurologiques chez cette espèce, ce qui constitue le pivot de la surveillance syndromique.
- D'autres organisations privées (Institut Français du Cheval et de l'Équitation (IFCE), Association Française des Vétérinaires de Parcs Zoologiques (AFVPZ), associations, cliniques vétérinaires), qui sont présentes sur le terrain et accompagnent les acteurs de

terrain considérés comme « sentinelles », à savoir les vétérinaires et les éleveurs d'équidés, dans la surveillance du WNV.

Au sein de la santé de la faune sauvage, nous pouvons citer :

- la Direction de l'Environnement et de la Biodiversité (DEB), directement sous le ministre de la transition écologique. La DEB dirige et planifie la stratégie de surveillance dans le domaine de la faune sauvage ;
- L'Office Français de la Biodiversité (OFB), qui anime le réseau SAGIR en collaboration avec la Fédération Nationale des Chasseurs (FNC) (qui a un relais local avec les Fédérations Départementales des Chasseurs (FDC)).
- Le réseau SAGIR, réseau de surveillance de la mortalité constatée dans la faune sauvage française. Ce réseau s'appuie sur le volontariat des sentinelles de terrains, qui collectent des cadavres d'animaux fraîchement décédés et suspects d'être malade (*i.e.* sans cause apparente type collision, même si ces animaux peuvent être collectés dans certains contextes). Le collecteur doit alors signaler le cas puis envoyer un prélèvement (selon la taille de l'animal : le cadavre entier ou des organes/écouvillons). Le réseau SAGIR finance les analyses sur les échantillons, le collecteur indiquant la (les) maladie(s) qu'il soupçonne, orientant donc la recherche. Le laboratoire peut également proposer la réalisation de certaines analyses spécifiques après autopsie.
- Les sentinelles de terrains sont nombreuses. On peut citer les Fédérations départementales des Chasseurs (FDC) et les services départementaux de l'OFB dans le cadre du réseau SAGIR, mais aussi les associations de piégeurs, ou encore les centres de soins de la faune sauvage.

Pour ce qui concerne la santé humaine, peuvent être cités :

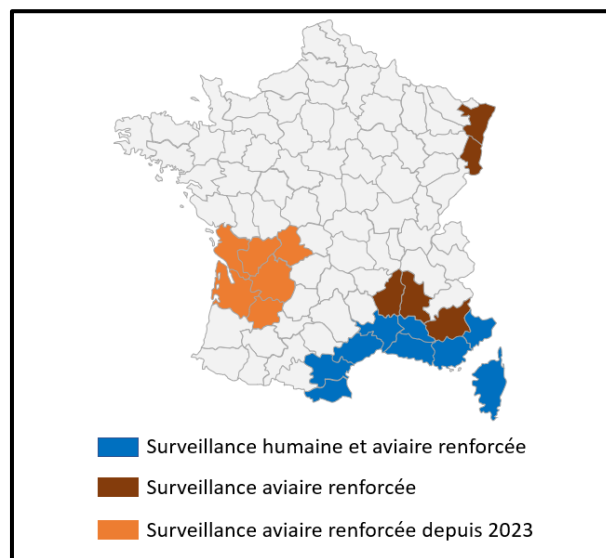
- la Direction Générale de la Santé (DGS), directement sous le ministre de la santé, qui coordonne les activités relevant de la santé publique humaine.
- Santé Publique France (SPF), agence nationale de surveillance des maladies chez l'humain. SPF collabore étroitement avec les Agences Régionales de Santé (ARS), pour prédire, comprendre et agir sur les dangers sanitaires. Elle joue un rôle de veille et d'analyse épidémiologique.
- Au niveau régional, l'ARS est l'organe de gestion. C'est notamment l'ARS qui informe les professionnels de santé au travers de ses délégations départementales ; ou encore qui gère la démoustication dans un contexte de crise sanitaire, notamment dans les cas de dengue endémique.
- Le Centre national de référence (CNR) arbovirus centralise les compétences d'expertise, de conseil, de veille épidémiologique et d'alerte au niveau national. Le CNR doit confirmer les cas suspects d'infection à virus West Nile chez l'humain, comme le LNR le fait chez l'animal.
- L'établissement français du sang (EFS) et l'agence de la biomédecine (ABM) analysent les dons de sang et d'organes lorsqu'un cas est détecté dans le département. Pour les poches de sang, un dépistage génomique viral (DGV) est effectué. Ce DGV peut être rétroactif si les poches de sang sont encore disponibles dans les stocks et que le cas détecté a potentiellement été infecté dans deux semaines précédentes.
- Les sentinelles du WNV dans le cadre de la santé humaine sont les médecins (en particulier les infectiologues, les neurologues et les urgentistes), qui travaillent de concert avec les coordinateurs de greffe.

L'efficacité du système de surveillance français du WNV (événementiel et syndromique) dépend de la sensibilisation et de la motivation des sentinelles de terrain, *i.e.* des cliniciens, urgentistes, vétérinaires spécialisés en équine ou en avifaune, des propriétaires de chevaux,

collecteurs du réseau SAGIR, et ce autant dans les zones de circulation endémique connues que dans les autres territoires jusqu'à présent considérés comme « naïfs ».

Pour le WNV, la surveillance est renforcée dans deux régions françaises : le pourtour méditerranéen et le nord-est de la France, de juin à novembre (Figure 5). En effet, le virus circule dans le pourtour méditerranéen mais aussi dans l'est de l'Allemagne (cf. Figure 4). Aussi la surveillance aviaire est renforcée en Alsace. La surveillance renforcée signifie que tous prélèvements d'oiseaux appartenant à l'un de ces groupes suivants seront analysés (y compris les cadavres issus de collision avec un véhicule) : *Passériformes*, *Falconiformes*, *Accipitriformes*, *Charadriiformes*, *Colombiformes*, *Rhéiformes*. Toutefois, cela reste insuffisant car, par essence, ce système détecte uniquement les cas symptomatiques, qui ne correspondent, comme présenté dans la partie I.3, qu'à une petite fraction de la population infectée.

Figure 5 : Zones de surveillance événementielle renforcée pour le WNV chez l'humain, les équidés et l'avifaune en France en 2023 (carte produite par le LNR sur la base de données fournies par l'OFB)



Il existe de plus de nombreux biais concernant la collecte d'oiseaux pour les analyses de recherche des virus WNV/USUV. La surveillance événementielle consiste en la détection de cas symptomatiques chez l'humain et le cheval, ainsi que des mortalités anormales d'avifaune sauvage. Une surveillance syndromique y est adossée à travers le Réseau d'Epidémiosurveillance des Pathologies Equines (RESPE). Les corvidés, les turdidés, laridés, accipitridés, pigeons, galliformes et passériformes sont les seules espèces analysées dans la surveillance événementielle de l'avifaune. Il n'y a à ce jour aucune surveillance environnementale, ni dans l'eau ni au sein des populations de moustiques. Les seuls programmes de détection environnementale et entomologique du WNV sont ceux financés par la recherche (L'Ambert *et al.*, 2023). La transmission d'informations entre les niveaux national, régional et local n'est pas toujours fluide, même au sein d'un même compartiment de la santé. Par ailleurs, l'intégration des données et leur partage est difficile à mettre en place entre les différentes institutions gérant les différents compartiments de ce système de surveillance au niveau national. En effet, ces compartiments de la santé fonctionnent en silo : ils

communiquent très peu et, lorsqu'un cas survient, la communication est difficile à établir. Enfin, le système n'utilise aucune méthode proactive de surveillance, contrairement au système de surveillance italien (Rizzo *et al.*, 2016). C'est donc un système de surveillance certes économique, mais qui ne peut détecter tous les cas d'infections, notamment asymptomatiques, qui sont majoritaires quelle que soit la population concernée.

BILAN :

La réglementation est très floue concernant la gestion du WNV dans les différentes populations réceptives. Les mesures de gestion sont laissées à l'interprétation des gestionnaires locaux autant en santé animale (mesures coercitives possibles sur des animaux pourtant culs-de-sac épidémiologiques) qu'en santé humaine (protocole de démoustication adapté à d'autres moustiques que ceux du genre *Culex*). Le système de surveillance repose sur des modalités de surveillance événementielle et syndromique, que ce soit dans les populations animales (équines et avifaune) ou humaine. Ne permettant que la détection des cas cliniques (minoritaires en cas d'infection par le WNV), il est toutefois peu performant pour anticiper la circulation du WNV, et détecte les cas tardivement, ce qui entraîne un potentiel risque pour la santé publique, pour les receveurs de dons et un coût supplémentaire pour l'EFS. Les trois compartiments de la santé fonctionnent actuellement en silo, de manière peu concertée, ce qui peut entraîner des défaillances en terme de transfert d'informations.

Deuxième partie : Activation d'un réseau « *One Health* » local et enquête de prévalence sur le WNV au sein de différentes populations animales

1. Problématique, contexte et objectifs

En 2022, le virus WNV a émergé dans le département de Gironde, en Nouvelle Aquitaine, département jusqu'à présent considéré comme indemne de cette infection. Trois cas équinés ont été détectés, l'un ayant dû être euthanasié. Le virus WNV était alors inconnu dans la région (dite « naïve ») et les vétérinaires comme les médecins n'avaient jamais été confrontés à ce virus jusqu'à présent.

À la suite de l'émergence du WNV dans le sud-ouest de la France, le système de surveillance a communiqué au niveau national : l'OFB a renforcé la surveillance de l'infection du WNV dans les populations aviaires, mais cette mesure n'était qu'une simple transposition des mesures classiquement prises dans le pourtour méditerranéen. Toutefois, au niveau local, la communication de ces mesures de gestion auprès des services de gestion (DDPP) n'a pas été effectuée. De plus, les coordinateurs de transplantations du Centre Hospitalier Universitaire Pellegrin (CHU) n'avaient pas non plus connaissance de cette émergence, et l'Etablissement Français du Sang (EFS) a été alertée en novembre, soit un mois après la détection des premiers cas dans la zone : il n'a donc été possible de dépister de manière rétroactive la présence de WNV dans une partie seulement des poches de sang, la plupart ayant déjà été utilisées. Or comme évoqué précédemment, cela peut poser un problème de santé publique puisque des personnes infectées asymptomatiquement peuvent transmettre le WNV à l'occasion de transfusions.

Dans ce nouveau territoire d'émergence du WNV en France, il n'y avait donc aucune structuration locale du système de surveillance des *Flavivirus*. Les secteurs de la santé humaine, animale et environnementale fonctionnaient en silos, séparant les acteurs de terrains et cloisonnant des informations qui auraient pourtant dû être partagées pour permettre une gestion optimale de cette crise sanitaire. Ces mêmes acteurs n'étaient par ailleurs pas tous familiarisés avec le sujet du WNV : des erreurs ont pu être faites lors de la gestion des cas. Certains élevages équinés ont par exemple été bloqués : le blocage des élevages, quoique possible dans la réglementation, n'est toutefois pas justifié d'un point de vue épidémiologique pour le WNV. Or, dans les années 2000, les cas de WNV en Camargue avaient été gérés par ce système de blocage d'élevages, et il a été montré que ces mesures drastiques avaient induit une diminution importante du nombre de déclaration des suspicions par les éleveurs (Allemand *et al.*, 2017).

Ainsi, cette émergence du virus West Nile en Nouvelle Aquitaine en 2022 a soulevé plusieurs enjeux de santé publique :

- Le système de surveillance français présente des défauts dans sa conception pour permettre une détection précoce efficace de la circulation du virus West Nile : la maladie est très discrète, rarement symptomatique, que ce soit chez l'être humain ou l'animal, et un système de surveillance événementiel et syndromique ne permet de détecter que les cas symptomatiques. La détection de la circulation virale est d'autant plus difficile dans une région naïve comme la nouvelle Aquitaine, dans laquelle les acteurs locaux sont peu sensibilisés à cette maladie : sans l'intuition d'un vétérinaire équin, la circulation aurait ainsi pu passer inaperçue.
- Ce défaut de détection précoce entraîne des risques importants pour les populations humaines, en particulier lors des transplantations et transfusions. Le risque de symptômes graves est par ailleurs majoré car les populations exposées (receveurs de dons de sang ou d'organes) comprennent une proportion importante de personnes à risque, la plupart étant immunodéprimées.
- Ces difficultés ont mis en évidence des communications défailtantes aussi bien au sein des compartiments de la santé (humain, animal, environnemental) mais surtout entre ces différents compartiments.

Ainsi, cette émergence a souligné le manque d'une approche décloisonnée entre les différents secteurs de la santé (humaine, animale, environnementale), et les risques associés. L'approche « *One Health* » peut se définir comme la prise en compte des liens complexes entre la santé des humains, des animaux et de l'environnement pour gérer les problématiques sanitaires (ANSES, 2023). C'est cette définition que nous retiendrons dans la suite de ce travail.

Suite à la découverte des premiers cas, une approche « *One Health* » a été initiée au sein de la DDPP de Gironde pour essayer d'apporter une réponse transversale à cette problématique. L'objectif général de ce travail de thèse, réalisé dans le cadre d'un stage de Master 2 (Master One Health – Managing Health in Populations) était ainsi de permettre la communication entre acteurs de la santé publique au sein d'un réseau local pour élaborer de manière conjointe une réponse aux difficultés soulevées par cette extension de l'aire de circulation du WNV en Nouvelle Aquitaine. Les objectifs spécifiques de ce travail étaient :

- D'élaborer une stratégie et donc une méthodologie pour activer un réseau d'acteurs répondant à la problématique « *One Health* », décloisonnée entre les différents secteurs de la santé ;
- D'appliquer cette stratégie pour réunir les partenaires de terrain et proposer une action au niveau départemental, voire régional, par rapport à l'émergence du virus West Nile. Cette action était définie comme la plus réaliste possible dans l'optique « *One Health* ». Cet objectif a évolué au fil de ce travail. Initialement, cela impliquait d'effectuer des entretiens pour une approche sociologique puis cet objectif est devenu la création d'un réseau d'acteurs de terrain ;
- D'estimer la circulation virale du WNV en 2022 dans la zone, au sein de différentes populations animales (aviaires, équines, de moustiques) ;
- D'anticiper l'éventuelle circulation virale en 2023 et de préparer la gestion de la réémergence éventuelle avec les acteurs de terrains.

Nous présenterons dans un premier temps l'élaboration d'une stratégie « *One Health* » et son application à travers l'activation du réseau « *One Health* » en Gironde (premiers et deuxièmes objectifs spécifiques). Dans une seconde partie seront présentées les opérations de recherche

opérationnelles effectuées sous l'égide de ce réseau (troisièmes et quatrièmes objectifs spécifiques), avant une courte discussion générale et une conclusion de ce travail.

2. Activation d'un réseau local « *One Health* »

Cette partie du travail de thèse propose une méthode pour développer une approche « *One Health* » de manière territorialisée. La méthode a été pensée et mise en place en environ quatre mois au cours de l'année 2023, dans le cadre de mon stage de Master 2 (Master *One Health* – Managing Health in Populations). Ce master a été réalisé durant ma première année à l'École Nationale des Services Vétérinaires (ENSV). Le temps limité et le besoin de réaction rapide n'ont pas permis de fonder cette approche sur la bibliographie, nous nous sommes donc appuyés sur l'expérience de terrain des acteurs institutionnels qui nous entourait.

Cette partie constitue donc une formalisation de l'approche qui a été suivie sur le terrain. C'est un témoignage qui se veut détaillé, comme un mode d'emploi pour des acteurs qui souhaiteraient implanter une approche « *One Health* » dans leur territoire.

Le concept « *One Health* » (OH) regroupe trois santés : humaine, animale et environnementale. Tout projet reposant sur une approche « *One Health* » a pour but de réunir des acteurs des trois santés (humaine, animale, environnementale), afin de co-construire des actions de prévention, surveillance ou de lutte. Cela peut prendre, par exemple, la forme d'un réseau de surveillance ou de transmission d'informations. D'autres formes sont possibles, comme la rédaction d'un plan d'urgence commun pour définir à l'avance les personnes à contacter et l'action de chacun, ou encore la création de structures en commun pour sauvegarder un maillage territorial par exemple.

Nous définissons ici le terme **d'initiative « *One Health* »** comme l'ensemble des projets avec une approche « *One Health* ». Les initiatives « *One Health* » actuelles ont tendance à rester en partie cloisonnées malgré leur volonté d'inclusion des différents secteurs de la santé. Que ce soit au sein d'un secteur de la santé, de projets de recherche ou au sein des institutions, il y a une difficulté réelle à leur donner une forme concrète et une vraie opérationnalité. Elles découlent souvent d'une impulsion extérieure au territoire ciblé et appliquent parfois un schéma préconçu à une région qui a pourtant ses propres particularités, sans vraiment toutefois les prendre en compte.

a. Méthodologie de mise en œuvre d'une initiative *One Health* locale

a. L'initiative *One Health* nourrie par son contexte

Dans ce travail, nous définissons plusieurs éléments constitutifs de toute initiative « *One Health* ».

- *Le sujet de l'initiative*

Toute initiative part d'un point de départ. Dans le domaine de la santé, et plus particulièrement du « *One Health* », ce point de départ peut être une émergence, un scandale sanitaire, une catastrophe naturelle, ..., c'est-à-dire n'importe quel événement qui révèle un problème complexe où l'ensemble des secteurs de la santé doivent être impliqués. Ce sujet s'impose généralement par son importance, au détriment d'autres problématiques jugées moins prioritaires. L'initiative « *One Health*

» ne doit cependant pas être lancée dans l'urgence, en temps de crise : la crise doit être passée ou anticipée.

Le sujet doit donc combiner deux éléments. Le premier est l'importance et l'aspect concret qu'il présente ; c'est l'étincelle qui permet de réunir les acteurs. Un sujet trop peu important risque de ne pas générer suffisamment d'intérêt et surtout d'adhésion de la part des acteurs concernés. Le second élément est la non-urgence : le sujet ne doit pas être critique, ou être à risque d'entraîner une crise majeure. Il faut ainsi veiller à préserver la capacité à travailler sereinement, pas à pas, en ouvrant le périmètre des collaborations le plus largement possible dès le début de la réflexion. En période de crise, les partenaires n'ont pas le temps de créer un espace de communication et d'apprendre à travailler efficacement ensemble. Le facteur de panique combiné à une mauvaise connaissance interpersonnelle empêcherait en effet tout travail en commun.

- *Les objectifs de l'initiative*

Une initiative « *One Health* » est toujours ambitieuse de prime abord. Il s'agit de donner aux acteurs concernés un objectif sur le long terme, sur plusieurs années, qui doit donc être assez stable dans le temps. Ensuite, il faut définir des objectifs à court terme, plus mesurés, et être capable de les modifier en fonction des besoins, des contraintes et du contexte. Cela permet d'investir de manière proportionnée des moyens humains, financiers, matériels.... Des objectifs trop peu ambitieux peuvent limiter la motivation des acteurs ; des objectifs trop importants peuvent quant à eux créer des attentes, potentiellement déçues par la suite. Si l'initiative prend de l'ampleur, il sera alors toujours temps de réviser à la hausse les objectifs : « *il faut avancer en marchant* » (Thierry Touzet, directeur adjoint de la DRAAF de Nouvelle Aquitaine). L'objectif d'une initiative peut ainsi fluctuer au cours du temps, et il faut donc y être régulièrement attentif. Sans pour autant tordre ces objectifs, il faut être capable d'implémenter de nouveaux projets afin de mieux couvrir le sujet si la situation l'exige.

- *Les intérêts des partenaires*

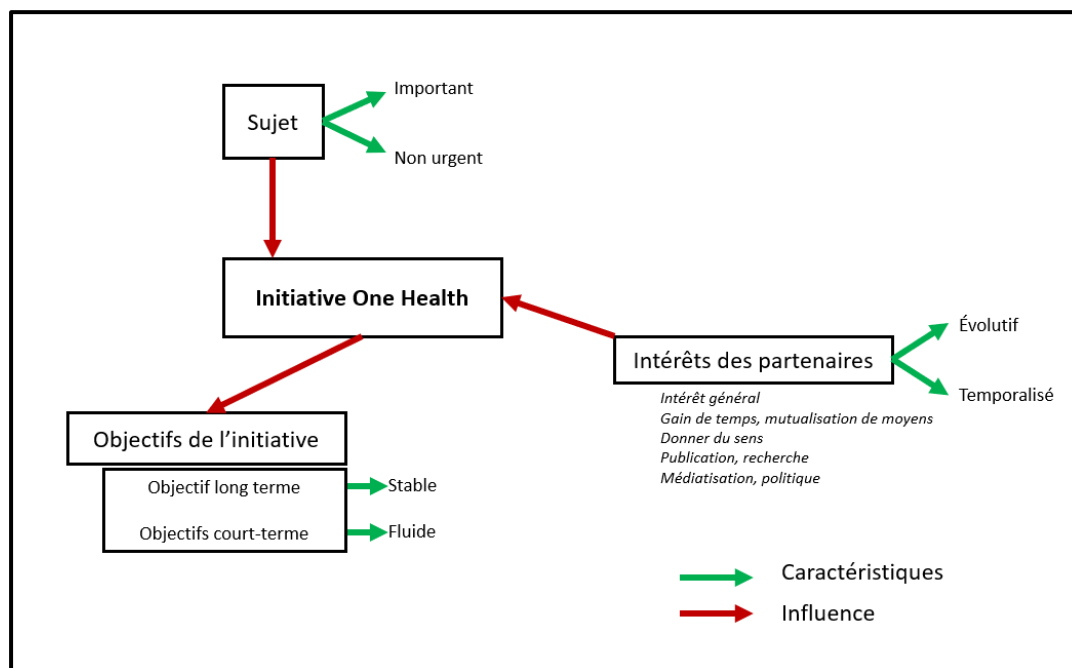
Chaque partenaire qui intervient dans une initiative a des intérêts différents. L'initiative doit pouvoir répondre au moins partiellement à chacun de ces intérêts pour être réellement inclusive, et pousser les partenaires à y adhérer. Il faut garder en tête que ces intérêts sont initialement théoriques, évolutifs, et surtout temporalisés : un acteur peut par exemple être intéressé, jusqu'à ce qu'une crise ne vienne renverser ses priorités. Les intérêts possibles sont listés ci-dessous :

- L'intérêt général est un intérêt en soit, notamment pour les structures dont c'est la vocation (DDPP, ARS). Il s'agit de travailler ensemble pour le bien-être de la population.
- Le gain de temps et la mutualisation de moyens sont visés par des organismes dont les contraintes sont importantes. Qu'il soit financier ou humain, un nouveau sujet induit toujours un coût pour une structure.
- Certains acteurs ne sont pas toujours sollicités dans les problématiques de santé publique. L'approche « *One Health* » doit inclure l'ensemble des acteurs pertinents et donner du sens à leurs actions. La rupture avec une routine pour suivre un nouveau sujet important peut être considéré comme valorisant pour les agents de la structure.
- Inclure les acteurs du monde de la recherche est également essentiel. L'initiative « *One Health* » proche des acteurs de terrain permet d'obtenir rapidement un nombre important de prélèvements sur un sujet récent, et il peut être intéressant que des publications découlent de l'investissement de chercheurs en parallèle dans le projet, pour valoriser les différents domaines opérationnels.

- Enfin, il ne faut pas sous-estimer l'importance politique et médiatique du positionnement d'un partenaire au sein d'une initiative « *One Health* », notamment dans le contexte actuel.

Les attentes et les moyens humains et financiers généraux des partenaires déterminent les intérêts qu'ils vont poursuivre. Les interactions entre ces différents partenaires seront dépendantes de la capacité de l'initiative à répondre à ces intérêts. Au final, c'est la convergence des intérêts, et le consensus qui en découle, qui permettent généralement de définir précisément les objectifs de l'initiative « *One Health* ». Les éléments constitutifs de l'initiative sont synthétisés dans la Figure 6.

Figure 6 : Les éléments constitutifs d'une initiative *One Health* (production personnelle)



b. La création du premier cercle d'une initiative *One Health*

Un fois que l'initiative est définie, il faut mener plusieurs actions. En premier lieu, il faut réunir des experts et partenaires qui aideront à la mise en place du réseau. Ce groupe constitue **le premier cercle de l'initiative « *One Health* », et regroupe les acteurs dits « centraux ».**

Il faut lancer au plus tôt ce premier cercle de l'initiative. C'est le rôle de l'animateur de l'initiative d'impulser les premières réunions, et d'organiser la réflexion autour des objectifs. L'animateur ou les animateurs peuvent être issu(s) d'un des secteurs de santé, mais ce n'est pas nécessaire (personne issue des sciences humaines/politiques, des collectivités territoriales). Lorsque c'est le cas, cela crée des biais pour les prises de contacts, de par les différences dans la manière de travailler dans les différents domaines (facilitant certaines et compliquant d'autres). L'animateur est central et doit créer des liens entre et avec les partenaires, tout en étant attentif à tout quiproquo éventuel.

- *Développement d'un socle de connaissances*

L'animateur d'une initiative « *One Health* » doit développer des connaissances avant de rencontrer les acteurs centraux (*i.e.* du premier cercle). L'objectif n'est pas de devenir expert, mais de se familiariser avec le domaine, son vocabulaire et les disciplines impliquées. Chaque milieu a une

approche différente face à la situation. Par exemple, pour une maladie zoonotique comme la fièvre Q, les vétérinaires ont une approche épidémiologique en pratiquant la médecine des populations, les médecins ont davantage une approche individuelle. Les deux points de vue ne sont pas contradictoires, et peuvent même être complémentaires. Les acteurs rencontrés permettront également d'affiner progressivement ces connaissances.

Outre les connaissances scientifiques pures sur le sujet, il est important de rechercher les acteurs qui peuvent, voire qui doivent, être mobilisés dans le cadre de l'initiative « *One Health* ». Pour cela il est possible de s'appuyer sur le réseau des acteurs centraux. Le périmètre réglementaire de chaque acteur potentiel ainsi que leur éventuel mandat sont déterminants dans la réflexion. Par exemple, sur une problématique liée à une maladie bovine, il faut impliquer les acteurs mandatés par la DGAL pour gérer la santé des ruminants, donc les Organismes à Vocation Sanitaire (OVS).

- *Les acteurs du premier cercle ou acteurs « centraux »*

Pour créer un premier cercle efficace, il est important d'inclure des organisations de plusieurs milieux. Idéalement il faudrait au moins trois partenaires chercheurs/scientifiques, qui ont une vision sur le long terme, et trois partenaires institutionnels/gestionnaires de crise qui ont une vision plus opérationnelle sur le court terme. Le nombre de trois par « groupe » est recommandé pour que les trois secteurs de la santé soient représentés. Dans l'idéal, les réunions et échanges doivent être réalisées devant/avec plusieurs membres de chaque organisation afin de rendre le premier cercle résilient face à des changements de poste ou des prises de congés par exemple. Si possible, il faut essayer de réunir des personnes avec une vision nationale, régionale et locale (départementale voire moins selon les besoins). Ces deux derniers points permettent d'assurer une vision d'ensemble adaptée au contexte. Le premier cercle doit inclure les relais des réseaux locaux. Les relais des acteurs locaux sont des acteurs souvent institutionnels qui peuvent transmettre facilement des informations aux autres acteurs de terrain. Ces relais seront donc souvent spécifiques à chaque secteur de la santé (par exemple l'ARS pour la santé humaine). Ces réseaux locaux sont toutefois le plus souvent cloisonnés en silos, par secteur de la santé. Les gestionnaires de crise locaux sont ainsi un excellent point de départ pour déterminer les acteurs moteurs au niveau local.

Par ailleurs, des experts doivent être inclus dans le premier cercle. Un expert peut être défini comme un porteur de compétences reconnues sur le sujet ou sur l'organisation de l'initiative (par exemple, scientifiques spécialisés sur le virus circulant ou ancien animateur de réseau).

Enfin, un acteur essentiel du premier cercle est l'animateur. Son rôle sera d'organiser les réunions, de suivre le projet et son organisation. L'animateur doit être neutre par rapport aux autres acteurs et ne prend aucune décision : il a principalement un rôle de communicant.

Les acteurs (autant les organismes que leur représentants) au sein du premier cercle doivent ainsi remplir plusieurs caractéristiques :

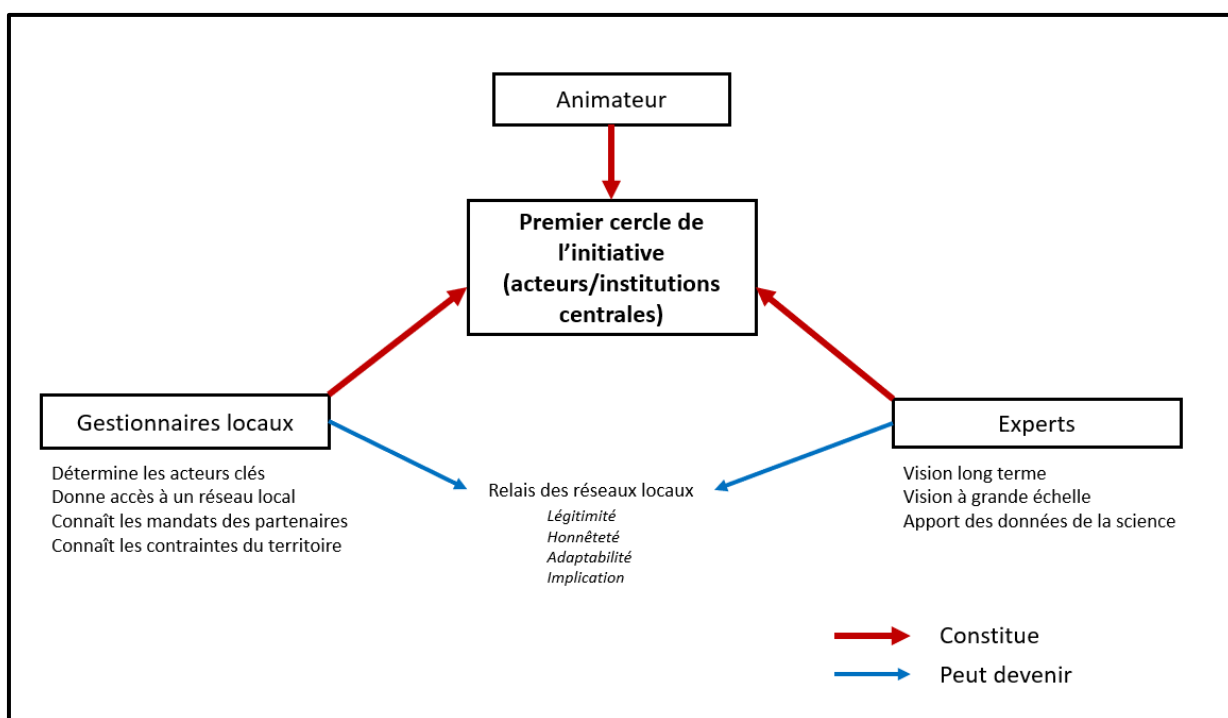
- **La légitimité** : ce premier cercle doit avoir le mandat pour s'impliquer sur le sujet. Dans le domaine institutionnel il s'agit des compétences de l'organismes, telles que définies par la législation ; dans le domaine scientifique cette légitimité vient généralement d'une combinaison de la législation et d'une reconnaissance par les pairs. Cette légitimité permet également de définir les rôles de chacun, ce qui facilite l'implication des futurs partenaires.
- **L'esprit d'équipe** : c'est un point essentiel. Pour créer un réseau vertueux il faut éviter tout esprit de compétition. Le premier cercle doit donner l'exemple. Aucun membre ne doit se mettre en avant et chacun doit encourager un maximum les nouveaux partenaires à prendre

leur place légitime. Une position humble facilite également l'écoute et donc la compréhension des acteurs.

- **L'adaptabilité** : travailler en réseau n'est pas évident, et encore moins lorsque les partenaires impliqués sont issus de plusieurs milieux pouvant parfois être très différents. Le vocabulaire, les conventions sociales peuvent ainsi être différents entre les acteurs, ce qui peut générer des difficultés de communication ou de compréhension. Le premier cercle du réseau se doit d'être très clair et capable d'adaptation. Il doit comprendre les intérêts divergents et identifier rapidement les points de tensions pour les désamorcer. L'animateur joue un rôle crucial pour désamorcer ces différents.
- **L'implication** : Les acteurs du premier cercle doivent s'impliquer de manière importante dans l'initiative. Ses membres doivent être disponibles pour les réunions stratégiques, et pour répondre aux questions des divers acteurs. L'utilisation de réseaux sociaux et notamment de groupes de discussions informels sont des points essentiels. De plus, l'animation du réseau et son lancement demandent des investissements humains ou financiers souvent importants, que les membres du premier cercle doivent assumer pour lancer le réseau. Ces investissements doivent toutefois être limités : en effet, comme évoqué précédemment, le sujet est par définition important mais non urgent. Investir de manière inconsidérée serait donc contre-productif, puisque cela pourrait donner l'image d'un événement critique. Les attentes créées seraient ainsi disproportionnées, et, inévitablement, déçues. Une fois l'initiative lancée, ces investissements doivent être mutualisés dans la mesure du possible.

Réunir les acteurs du premier cercle est une tâche essentielle. Pour accélérer le processus, il est important de rencontrer les personnes au plus vite pour s'accorder sur ce qu'on essaye de réaliser. L'initiative « *One Health* » proposée en début de projet sera évidemment amenée à évoluer. Cette étape est synthétisée dans la Figure 7.

Figure 7 : Le premier cercle d'une initiative *One Health* (production personnelle)



c. Cartographie des acteurs

Suite à la constitution du premier cercle, l'animateur doit identifier de nouveaux acteurs, afin de pouvoir approcher la problématique en prenant en compte tous les avis des acteurs locaux de la santé publique. En gardant en tête les objectifs à court terme de l'initiative, les interactions avec les relais locaux permettent d'identifier rapidement les acteurs motivés et capables de soutenir et critiquer l'initiative. En effet, si un acteur ayant une connaissance politique, scientifique ou sociale importante relève une défaillance ou un oubli, il faut l'adresser. La prise de contact avec ces acteurs est décrite ci-après. Cette étape peut être anecdotique selon l'initiative « *One Health* » et le sujet (notamment si tous les acteurs sont déjà représentés dans le premier cercle).

d. Le premier contact : un instant crucial

Le premier contact est déterminant lors de la création d'une initiative « *One Health* » qui, par définition, met en relation des acteurs de domaines très différents. L'objectif de ce premier contact n'est pas de rentrer dans les propositions concrètes, il s'agit avant tout d'établir un climat de confiance et de déterminer les objectifs du partenaire pour qu'il puisse trouver sa place dans l'initiative « *One Health* ».

Le premier contact avec des institutions importantes doit se faire avec un représentant institutionnel légitime qui apporte de la crédibilité à la démarche. Si ce n'est pas le cas, la prise de contact peut parfois s'avérer plus complexe, voire impossible.

- *Une rencontre en présentiel*

Le premier contact est crucial pour établir une relation de confiance et mettre en place des objectifs proportionnés. Il est essentiel de rencontrer les partenaires potentiels en présentiel dans la mesure du possible. Le déplacement peut prendre du temps mais apporte beaucoup pour l'échange et la construction d'une relation de confiance. La situation est très variable selon le type d'acteurs, mais il est possible que le partenaire potentiel ne connaisse pas le sujet, le concept « *One Health* », ou l'initiative à mettre en place.

En premier lieu, l'animateur et le partenaire se présentent. L'animateur doit poser des questions sur les missions du partenaire, et sur son implication, même indirecte, sur le sujet. Il doit écouter attentivement son interlocuteur pour évaluer les objectifs, les besoins, contraintes, le mandat et la motivation du partenaire potentiel.

Cela amène naturellement la deuxième étape : la présentation du sujet par l'animateur. Il faut insister sur les éléments du sujet aux cœur des préoccupations du partenaire potentiel, sans omettre aucune information à disposition. La transparence est centrale pour instaurer un climat de confiance.

La suite logique est la présentation de l'initiative « *One Health* ». Les objectifs de l'initiative, à court et long termes, doivent être présentés. Selon l'acteur, il faut commencer par l'aspect long terme ou court terme. Il est important de préciser que la participation au réseau n'est pas un engagement important, au risque d'antagoniser un partenaire dubitatif. Les objectifs à court terme et concrets permettent de mesurer l'investissement initial que le partenaire doit mettre en œuvre s'il accepte de participer à l'initiative. Le partenaire propose quant à lui généralement naturellement d'autres acteurs à impliquer.

- *Un retour individualisé*

Après la réunion, il est essentiel de faire un retour par mail à l'acteur contacté. Ce mail permet de le remercier pour son écoute, de lui transmettre la documentation potentiellement évoquée au cours de l'entretien et surtout de soumettre une fiche récapitulative du projet accompagnée d'une cartographie du réseau, si elle est déjà réalisée (présentation sous un format graphique des acteurs impliqués dans le réseau). La fiche récapitulative du projet reprend l'initiative, son sujet, les ambitions à long et court termes. Elle comporte également les contacts de l'animateur. La cartographie du réseau permet de mettre en valeur les acteurs déjà contactés et engagés. À plus longue échéance, il est intéressant de recontacter les partenaires pour leur faire un retour des avancées, notamment sur l'évolution des objectifs du réseau. L'évolution de l'initiative et de ses objectifs est une motivation si cette évolution est argumentée et justifiée par des faits : un partenaire initialement dubitatif sera potentiellement intrigué et motivé par l'émulation.

- *La capitalisation de la prise de contact*

Une fois le contact effectué, il faut reprendre les notes prises durant l'interaction afin de déterminer les intérêts qui correspondent au futur partenaire. Les leviers d'action et les freins ainsi identifiés permettent de travailler sur les objectifs à court terme du projet. Si le partenaire doit absolument être mobilisé, il faut intégrer dans les objectifs de l'initiative les intérêts de ce partenaire. Un retour aux membres du premier cercle est souhaitable, à la fois pour maintenir l'intérêt des acteurs du premier cercle mais aussi pour garder une trace de ces éléments.

Finalement, il faut prendre contact avec les personnes recommandées par l'acteur. C'est en suivant ce fil d'Ariane que l'on arrive à identifier tous les acteurs motivés et pouvant participer au réseau. Par ailleurs, un acteur peu motivé de prime abord peut donner le contact d'un partenaire qui s'avèrera décisif ensuite.

b. Résultats : mise en œuvre d'un réseau *One Health* en Gironde

En mars 2023, j'ai commencé un stage à la DDPP de Gironde. L'un des objectifs principaux de ce stage était d'appliquer la stratégie « *One Health* » pour réunir les partenaires de terrain et ainsi porter une action suite à l'émergence du virus West Nile dans le département. Nous avons donc développé et suivi la méthode décrite ci-dessus (l.4.a).

L'initiative portait donc sur **l'activation d'un réseau** départemental voire régional, c'est-à-dire l'assemblage de plusieurs réseaux de santé publique préexistants (celui de la DDPP, celui de l'ARS notamment) sans pour autant créer de nouvelles voies de gouvernance. Cette activation implique également des nouvelles voies de communications informelles établies entre les personnes qui se sont rencontrées. Au final l'activation d'un réseau est une option réaliste pour faire fonctionner ensemble plusieurs réseaux, tout en limitant la création de nouvelles procédures chronophages. Encore une fois, les options présentées ici sont le résultat d'une démarche locale.

Le sujet était l'émergence du virus West Nile en Gironde. Les objectifs sur le long terme sont restés stables : sécuriser les dons d'organes et de sang en détectant précocement la circulation virale localement, et permettre l'établissement de meilleures communications entre les différents secteurs de la santé. Les objectifs à court terme du réseau ont évolué entre mars et juin 2023. Le point de départ était d'établir une cartographie des acteurs, d'effectuer des sondages d'opinion

auprès de l'ensemble des acteurs pour connaître leur volonté de s'organiser en réseau, d'effectuer un retour d'expérience de la circulation du WNV en 2022 dans la zone grâce à des entretiens et une analyse sociologique qualitative. Mais au final, le réseau a été activé en prévision d'une circulation virale de WNV en 2023, afin de proposer différentes communications auprès des professionnels pour être en mesure de détecter les signaux faibles de circulation de WNV, d'organiser plusieurs conférences dans différents milieux et lancer plusieurs études sur la circulation du virus. Le potentiel d'émergence d'autres virus a également été abordé par des acteurs sans devenir central. Enfin, le réseau a pu tester son organisation car l'année 2023 a connu une circulation virale du WNV très importante en France, en particulier en Nouvelle Aquitaine.

a. La création du réseau

Le réseau développé en Nouvelle Aquitaine regroupe un ensemble de partenaires représentant les trois secteurs de la santé, rassemblés dans l'objectif commun de protéger la santé publique et en particulier les dons d'organe et de sang suite à l'émergence du WNV en Gironde. L'idée de former ce réseau a été motivée par le besoin de transmission fluide d'informations, la mutualisation des moyens et la possibilité de détection des signaux faibles de circulation du WNV.

Une réunion initiée par la DDPP et hébergée par l'ARS a eu lieu en décembre 2022, après la crise sanitaire due à l'émergence 2022 (cf. paragraphe Situation épidémiologique du WNV en Europe), ce qui a permis d'acter la volonté des acteurs de se constituer en réseau. De plus, l'épidémiologie du virus et l'environnement girondin indiquait la forte probabilité d'une nouvelle épidémie en 2023, le moment semblait donc propice, entre deux événements sanitaires. Par ailleurs, l'humain est hôte accidentel et présente rarement des symptômes, tout comme le cheval. Les cas restent sporadiques, et, même si certains d'entre eux sont graves, et la crainte d'une épidémie de grande ampleur est à écarter. Les enjeux étaient donc réels mais limités, et correspondaient donc bien aux critères mentionnés dans le paragraphe I.2.a.

L'objectif du réseau « *One Health* » girondin a évolué avec l'avancée du projet. L'objectif final était de créer un réseau intégré pour une surveillance et une gestion « une seule santé » des maladies émergentes futures. Le respect de l'approche « *One Health* » du réseau a été une priorité tout au long du projet. L'équilibre entre les différentes santé était toujours priorisé ; l'animateur du réseau était garant de cet équilibre. Les objectifs à court terme en mars 2023 était de contacter les partenaires principaux des différents secteurs de santé et de réfléchir ensemble sur l'épidémie de virus West Nile de 2022 et sa gestion dans les différents secteurs de la santé et de manière globale. Devant l'enthousiasme des partenaires, les objectifs ont été revus à la hausse dès avril 2023. Une réunion des acteurs en juin 2023 a été programmée, et plusieurs enquêtes pour estimer la circulation du virus WN ont été initiées. Ces études seront développées dans le paragraphe 3.

b. Le premier cercle du réseau « *One Health* » de Gironde

J'ai animé le réseau OH en Gironde avec Thierry Touzet, directeur-adjoint de la DDPP de Gironde, dans le cadre d'un stage de master 2. Par ma formation de vétérinaire, je suis considéré comme faisant partie du secteur de la santé animale, avec donc un ensemble de biais cognitifs et de connaissances liées.

Dans l'activation du réseau en Gironde, le premier cercle a été constitué de huit partenaires, présentés ci-après.

La **DDPP de Gironde** était à l'origine de cette initiative. Avant mon arrivée, Thierry Touzet a pris contact avec des acteurs essentiels, notamment l'ARS. Les obligations légales de la DDPP vis-à-vis d'un cas de WNV sont purement déclaratives : La DDPP doit notifier les cas d'infection des équidés à l'Union Européenne (UE). La DDPP a apporté au projet un réseau aussi bien dans le domaine de la santé animale que de l'environnement. Messieurs Thierry Touzet, directeur adjoint et Frédéric Jacquet, chef de service Santé Protection Animale étaient ses représentants.

Le **LNR WN** s'est grandement impliqué en tant qu'acteur de la recherche et d'expertise. Il a apporté les connaissances théoriques mais a aussi permis le lancement d'opérations de recherche. Mesdames Gaëlle Gonzalez, responsable du LNR et Camille Migné, responsable adjointe, étaient ses représentantes.

L'**ARS de Nouvelle Aquitaine** et **SPF** gèrent la déclaration des cas humains et leur gestion. Ces deux partenaires travaillent ensemble pour la gestion de crise et la transmission d'information. Ils ont permis de développer les connaissances pratiques des acteurs du premier cercle sur la gestion des cas en santé humaine au niveau populationnel, et d'assurer la communication vers les acteurs de la santé humaine, au niveau local et national. Leur réseau a permis de rencontrer des acteurs essentiels de la santé humaine à l'échelle régionale. Karim Tararbit, de la Cellule de veille d'alerte et gestion sanitaire (CVAGS) ; Fabienne Jouanthoua, responsable pôle santé environnement de la délégation départementale de la Gironde ; Baptiste Groff, ingénieur responsable des agents de l'eau, environnement intérieur, lutte anti vectorielle ; Anne Bernadou et Alice Herteau, épidémiologistes à SPF, étaient les représentants de ces deux entités.

Le **CHU de Bordeaux** et notamment les membres du service des maladies émergentes se sont impliqués en tant que cliniciens et en tant que chercheurs. Leur réseau au sein des professionnels de santé locaux a également permis la rencontre de nombreux acteurs. Messieurs Denis Malvy, chef du service et membre du Comité de veille et d'Anticipation des Risques Sanitaires (COVARIS) ; et Alexandre Duvignaud, praticien hospitalier (PH) étaient ses représentants.

Le **RESPE** est une organisation vétérinaire jouant un rôle important dans le signalement et la surveillance des maladies équine. Sa participation a permis de communiquer auprès des professionnels (tant vétérinaires qu'éleveurs, car les annonces sont publiques) et donc d'améliorer la surveillance du WNV chez les chevaux. Madame Christel Marcillaud-Pitel, directrice, était sa représentante.

L'**OFB** porte de nombreuses missions autant à l'échelle locale que nationale, en particulier pour la surveillance de l'avifaune sauvage. La connaissance des membres de l'OFB des acteurs locaux et du fonctionnement du réseau SAGIR ont permis de faciliter le lancement d'enquêtes permettant d'estimer la circulation virale locale. Mesdames Stéphanie Desvaux, coordinatrice du réseau SAGIR, et Anouk Décors, responsable scientifique du réseau SAGIR, étaient ses représentantes.

La Direction régionale de l'Agriculture, de l'alimentation et de la forêt (**DRAAF**) est un organe du Ministère en charge de l'Agriculture à portée régionale qui a apporté son appui via la présence

d'un expert en animation de réseau. Monsieur Edouard Réveillaud, épidémiologiste et ancien animateur de Sylvatub³, a permis de cadrer les objectifs à court terme du réseau.

Finalement, le premier cercle s'est organisé autour des relais que sont la DDPP, l'ARS et le RESPE, respectivement pour la santé environnementale/de la faune sauvage, pour la santé humaine, pour la santé de la faune domestique (Figure 8). On notera que la DDPP est le relais pour la faune sauvage et pour l'environnement, car le contexte local lui permettait d'assurer ce poste. Les autres acteurs ont joué un rôle d'expert (voir paragraphe 2.b). L'animateur du réseau a communiqué sur l'avancement de la création du réseau auprès des membres du premier cercle, régulièrement, via des bulletins hebdomadaires ou mensuels. Ces bulletins comprenaient l'avancée des opérations de recherche (voir paragraphe 3) et les contacts tissés durant la période.

c. La cartographie du réseau One Health en Gironde

Nous avons identifié cinq catégories de leviers (Intérêt général, Donner du sens, Mutualisation des moyens, Publications, Médiatisation) et quatre catégories de freins (Investissement humain, Investissement financier, Protection de leur mandat, Retour sur investissement) pour évaluer l'investissement d'un acteur dans le réseau. Les catégories sont présentées dans le Tableau 1. Chaque catégorie était notée de 0 à 3 : la note 0 signifiait qu'il n'y avait aucun problème ou aucune motivation lié(e) à ce critère, la note 3 signifiait que le critère mentionné avait une importance majeure (positive ou négative) lors du contact avec ce partenaire. Ces catégories ne sont toutefois pas exhaustives et cette proposition de formalisation n'est que synthétique, à interpréter avec précaution car ne reflétant pas la complexité du terrain.

Le Tableau 2 ci-dessous décrit les acteurs impliqués dans le réseau « *One Health* » créé en Gironde suite à l'émergence du virus West Nile en 2022 dans ce département. Ce tableau décrit également les différents leviers d'actions et freins identifiés et présentés de manière schématique.

La Figure 8 représente les différents acteurs listés ci-dessus, ainsi que les liens qu'ils entretiennent les uns avec les autres (les flèches rouges représentent notamment les liens entre les relais des réseaux locaux). Les couleurs désignent les secteurs de la santé auxquels sont rattachés les différents acteurs ; une différence a été faite entre les acteurs de la faune domestique et sauvage dans le domaine de la santé animale. En effet, la différence entre eux était trop importante pour être ignorée : là où les réseaux de la santé humaine et de la santé de la faune domestique sont très centralisés, ceux de la faune sauvage et de l'environnement sont généralement très atomisés. Les logos de ces organisations sont présentés en Annexe 1 : Logo des partenaires du Réseau *One Health* en Gironde en juin 2023.

3 Le réseau Sylvatub vise à la surveillance de la tuberculose bovine dans la faune sauvage.

Tableau 1 Catégories de leviers et freins pour l'adhésion des partenaires au réseau *One Health* développé en Gironde suite à l'émergence du virus West Nile dans le département en 2022

Leviers	Définition	Freins	Définition
Intérêt général	L'acteur porte une volonté d'aider la santé publique et donc la communauté au sens large.	Investissement humains	L'acteur n'a pas les ressources humaines pour participer au réseau.
Donner du sens	Le réseau est en dehors des préoccupations habituelles de l'acteur mais a du sens pour lui et pour ses activités.	Investissement financier	L'acteur n'a pas les ressources financières pour participer au réseau.
Mutualisation des moyens	Le réseau apporte un soutien à l'acteur dans ses missions (les ressources sont partagées pour la mise en place d'une étude sur le terrain ou pour la démostication).	Protection de leur mandat	L'acteur considère que son mandat ne lui permet pas de participer.
Publications	Le réseau permet à l'acteur de produire des publications scientifiques.	Retour sur investissement	L'acteur considère que le réseau ne va pas produire des résultats qui l'intéressent dans ses activités.
Médiatisation	Le réseau et ses activités sont valorisés par l'acteur dans ses communications vers le public.		

Tableau 2 Leviers et freins identifiés pour l'adhésion des partenaires au réseau *One Health* développé en Gironde suite à l'émergence du virus West Nile dans le département en 2022

Acteur	Levier					Frein				
	Intérêt général	Donner du sens	Mutualisation de moyens	Publications	Médiatisation	Investissement en temps	Investissement financier	Protection de leur mandat	Absence de retour sur investissement	
ARS	3	1	3	1	2	0	2	0	1	
SPF	3	1	3	1	3	0	0	0	1	
CHU Pellegrin - services maladies infectieuses et tropicales	3	2	2	3	2	0	0	2	0	
CHU Pellegrin - Laboratoire	2	2	1	0	0	1	2	0	0	
CNR Arbovirus	3	1	1	3	1	1	0	2	1	
Association des médecins généralistes	2	2	0	0	0	0	0	0	0	
Médecins spécialistes	2	1	1	0	0	1	0	0	1	
Coordinateurs de greffes	3	2	2	0	0	1	0	0	1	
Agence de la Biomédecine (ABM)	1	0	1	0	0	0	0	0	2	
EFS	3	3	2	2	2	1	2	0	2	

RESPE	2	2	2	1	2	1	1	3	2
Vétérinaires	2	3	1	2	1	2	0	1	2
GTV	1	2	0	0	1	0	0	0	0
AVEF	1	2	0	0	1	0	0	0	0
SDVEL	1	2	0	0	1	0	0	0	0
Propriétaires d'équidés	1	0	1	0	0	0	3	0	2
IFCE	1	2	1	0	0	0	1	0	1
LDA 33	0	1	1	0	0	0	2	0	2
Centre de soins d'Audengues - LPO	1	2	1	1	2	1	2	0	0
OFB - SAGIR	2	2	3	0	1	1	0	2	1
FDC de Gironde - SAGIR	1	2	1	0	3	0	1	0	0
ADPAG*	2	3	1	0	3	0	1	0	0
Louvetiers	2	3	0	0	1	0	0	0	0
Garde-Chasse particuliers	3	3	0	0	1	0	0	0	0
Association de protection de la nature**	1	2	0	0	1	0	1	0	0
Parcs zoologiques	1	2	1	0	0	0	3	0	0
AFVPZ	1	1	1	0	0	0	1	0	0
Communautés territoriales***	3	3	2	0	3	3	0	0	2
Association des marais de Blaye	2	3	0	0	0	1	1	0	0
DREAL	3	1	1	0	1	1	0	0	0
Entomologistes	2	1	2	3	2	1	0	0	0
Géographes	2	1	2	2	1	1	0	0	0
DRAAF	3	1	1	0	1	1	0	1	1
DDPP	3	2	2	0	1	1	1	1	1
Préfecture	1	1	1	0	1	0	0	0	0
DEB	2	1	1	0	1	0	1	0	0
DGAL	2	1	1	0	1	0	1	0	0
Conseil Régional néo - Aquitain	2	2	2	0	1	0	0	0	1

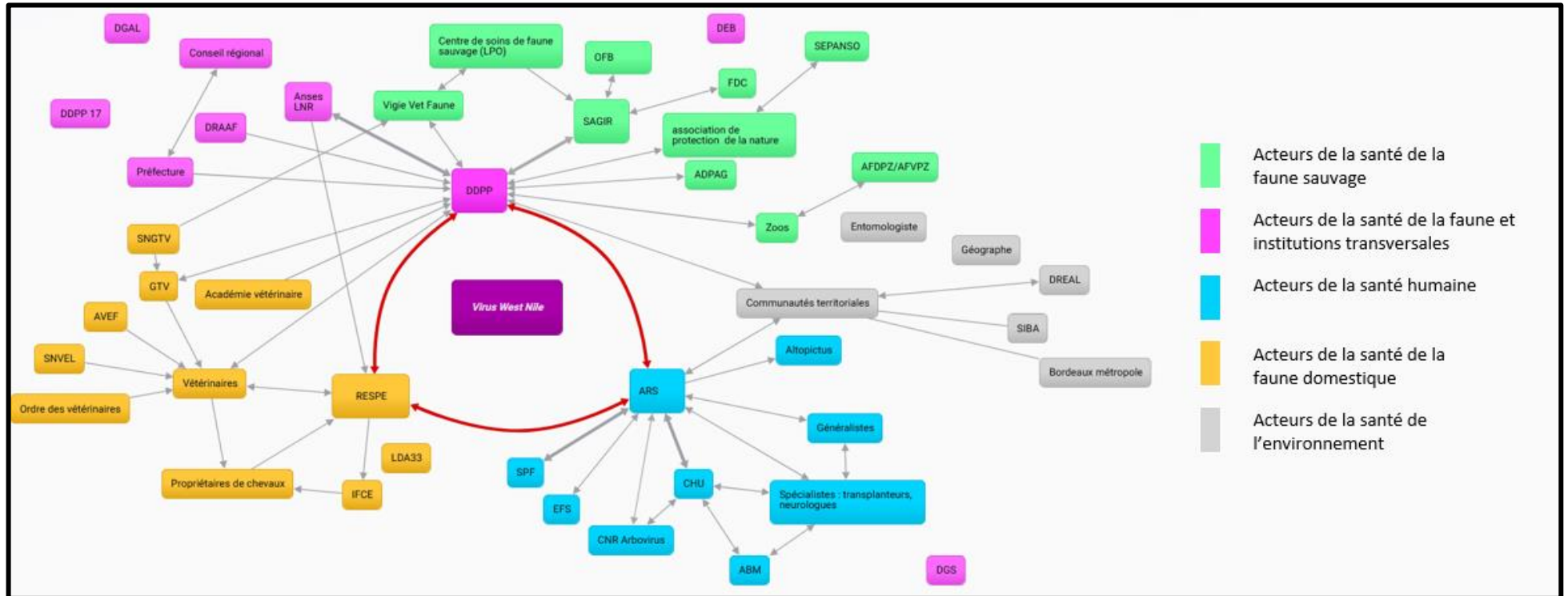
Légende : la note 0 signifie qu'il n'y avait aucun problème ou aucune motivation lié(e) à ce critère, la note 3 signifie que le critère mentionné avait une importance majeure (positive ou négative) lors du contact avec ce partenaire

***Association départementale des piégeurs agréés de Gironde**

****dont SEPANSO (association de protection environnementale)**

*****dont Bordeaux Métropole, Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon (SIBA), Communauté des Communes de l'Estuaire (CCE)**

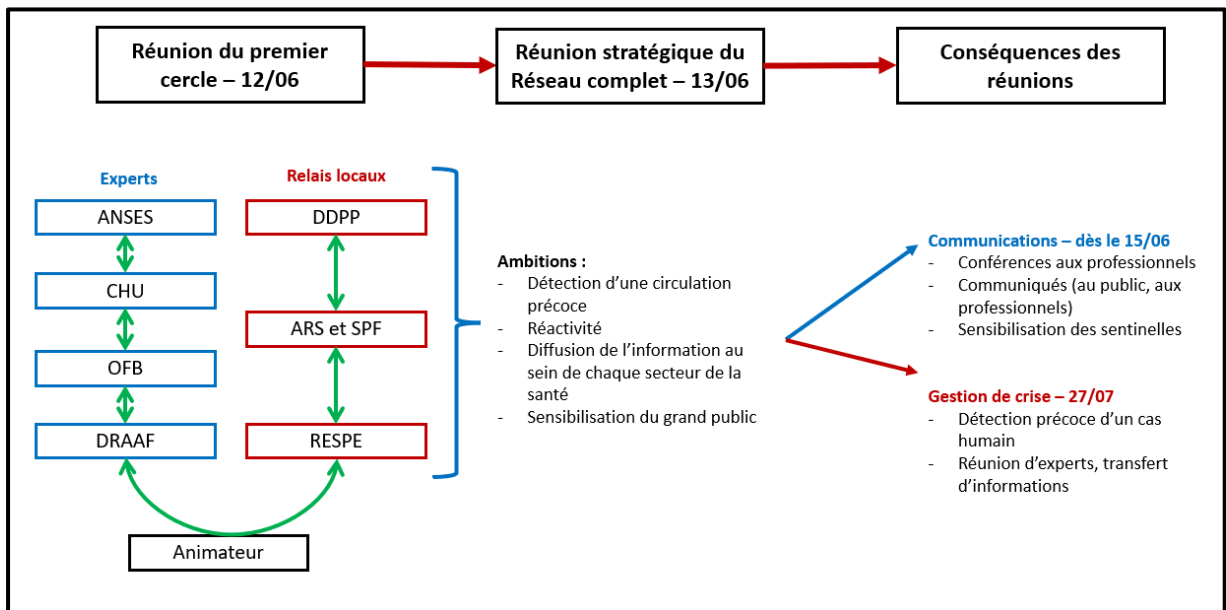
Figure 8 : Réseau des partenaires du réseau *One Health* en Gironde



d. L'activation du réseau en deux temps

Le réseau « One Health » a été activé en deux temps en juin 2023 (Figure 9). **L'activation du réseau** est l'assemblage de plusieurs réseaux de santé publique préexistants (celui de la DDPP, celui de l'ARS notamment) sans pour autant créer de nouvelles voies de communication et de gouvernance. Cette activation implique également des nouvelles voies de communications informelles établies entre les personnes qui se sont rencontrées : ce réseau n'est donc pas totalement nouveau.

Figure 9 : Schématisation de l'activation du réseau One Health en Gironde en juin 2023



Le 12 juin 2023, une première réunion a été initiée sous l'impulsion de l'animateur de réseau. Cette réunion a réuni les acteurs du premier cercle du réseau. Certaines structures étaient représentées par plusieurs personnes : au total, cette réunion a réuni 13 individus pour huit organisations. Les objectifs étaient les suivants :

- Rassembler les informations sur la gestion, la surveillance, l'historique de la maladie. Le système de surveillance événementiel national a été décrit, puis son application dans le contexte spécifique de la Nouvelle Aquitaine.
- Présenter les informations partielles issues des opérations de recherche opérationnelle initiées en parallèle : seules des données partielles issues de l'enquête de prévalence en population équine étaient disponibles, sous forme d'une carte représentant l'ensemble des 501 équidés testés, ainsi que la proportion d'animaux positifs aux Flavivirus dans chaque localité.
- Choisir le mode de fonctionnement du réseau nouvellement créé : il a été décidé de concentrer les efforts sur deux réunions annuelles pour les acteurs du premier cercle. La réunion stratégique avec l'ensemble des acteurs sera à répéter annuellement, la période optimale étant début juin, avant le début de la saison de circulation du virus. Une réunion en janvier-février est également prévue pour effectuer un retour d'expérience sur la saison passée, auprès des membres du premier cercle. En cas d'émergence, il a été décidé que le

mode de communication local serait les boîtes institutionnelles. Les acteurs nationaux seront évidemment toujours informés. Le flux d'information est également possible de manière informelle, par l'animateur du réseau ou les contacts interpersonnels créés.

- Créer un espace d'échanges et exprimer les limites et les craintes de chaque acteur. Chaque membre du premier cercle a été invité à réagir sur le mode de fonctionnement et sur les limites qu'il voyait dans celui-ci. La communication aux autres acteurs et au public a notamment été évoquée.
- Préparer une présentation à plusieurs voix à destination de tous les acteurs. La réunion a permis de synthétiser les connaissances des acteurs du premier cercle et le diaporama de la réunion stratégique était issu de diapositives fournies par l'ensemble des membres.

Le 13 juin, une seconde réunion a été organisée par l'animateur du réseau. Cette fois-ci l'ensemble des partenaires étaient sollicités, soit au total 66 personnes, issues d'une quarantaine de structures. Moins de personnes étaient présentes pour des raisons de congés, et la réunion a finalement rassemblé 46 personnes. Lors de cette réunion, le diaporama issu de la réunion du premier cercle a été présenté. Plusieurs membres du premier cercle, représentant différents domaines/secteurs, ont présenté le diaporama, pour mettre en valeur la coopération des membres du réseau dans un contexte *One Health*. La réunion stratégique était également pensée comme un espace d'échange. Des pauses pour exprimer les points de vue des partenaires étaient aménagées. L'objectif était le consensus. Les objectifs à court terme du réseau étaient les suivants :

- La détection d'une circulation précoce dans le compartiment animal (avant les cas humains), avec un retour individualisé aux sentinelles⁴ en cas de suspicion déclarée (mail ou appel pour les tenir au courant des résultats). Les sentinelles, à savoir les médecins généralistes, vétérinaires et sentinelles de la faune sauvage, sont au cœur de cet objectif.
- La réactivité en cas de confirmation : amélioration des flux d'informations entre les secteurs de la santé et communications aux partenaires si des mesures de gestion sont prises.
- La diffusion de l'information dans chaque santé : ruissellement de l'information par les relais (DDPP, RESPE et ARS) et diffusion au sein des réseaux de professionnels.
- Sensibilisation du grand public par les partenaires : mise à disposition de ressources de vulgarisation.

Enfin, grâce au soutien de la DDPP, un moment convivial a permis de créer du lien entre acteurs à la fin des échanges. Ce moment convivial a été organisé avec boissons et mignardises, pour permettre de créer des liens entre acteurs plus facilement. Pour servir de support à une discussion, trois posters ont été produits. L'un portait sur le virus, le second sur le réseau et le dernier sur la gestion des arboviroses transmissibles par des *Culex spp.* en France (Annexe 2 : Poster présenté lors de la Réunion d'activation).

e. Les communications mises en place par le réseau

Suite à ces réunions, la coordination des acteurs s'est mise en place. Chaque partenaire du réseau a spontanément communiqué et sensibilisé sur le sujet dans son domaine de compétence. Ces communications ont pris plusieurs formes :

- Communiqués de sensibilisation des sentinelles : le RESPE et l'ARS ont averti les vétérinaires et médecins respectivement. Ces professionnels de santé sont les seuls

4 Sentinelles : acteurs pouvant détecter des cas symptomatiques de WNV dans leurs activités professionnelles ou de loisirs

capables d'identifier les signaux faibles. L'OFB, à l'échelle nationale, a placé la Gironde et cinq autres départements néo-aquitains en zone de surveillance renforcée WN en 2023, ce qui a occasionné des communications vers les acteurs départementaux de la faune sauvage.

- Conférences : l'animateur du réseau a participé à de nombreuses conférences, organisées par différents membres du réseau, par exemple l'assemblée de l'Association Départementale des Piégeurs Agréés de Gironde (ADPAG), la réunion du pôle de neurologie du CHU, le Comités de Pilotage (COFIL) risques infectieux et antibiorésistance à l'ARS.

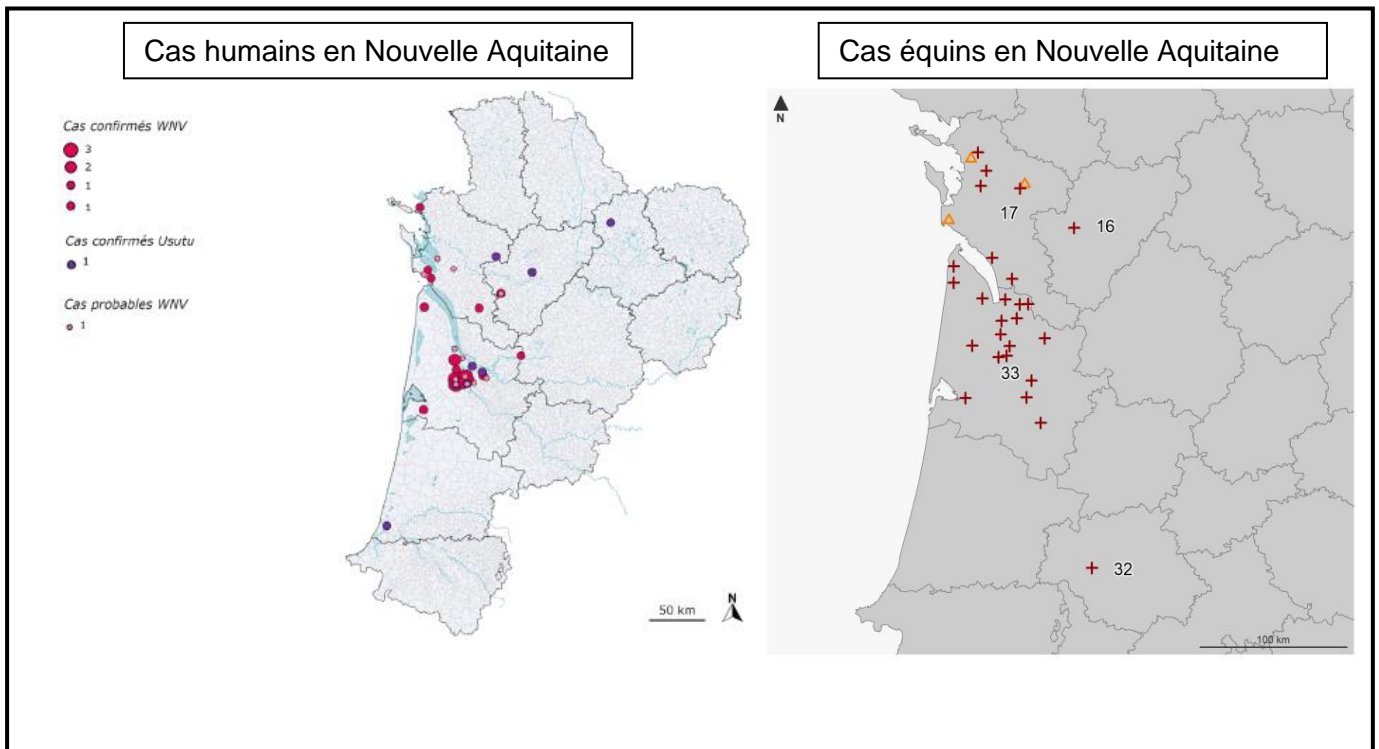
f. L'épidémie de virus West Nile en 2023 : gestion en Gironde et mise en perspectives

Le 21 juillet 2023, soit 5 semaines après l'activation du réseau, un patient a été vu en consultation d'infectiologie au centre hospitalier de Libourne. Les symptômes avaient commencé le 16 juillet ; six jours plus tard, le cas a été confirmé par le CNR arbovirus. Le réseau a été informé et la gestion de crise a été mise en place. Le RESPE a mobilisé le réseau des sentinelles vétérinaires (Annexe 3 : Lettre adressée par le RESPE aux vétérinaires équins sentinelles). L'Établissement Français du Sang (EFS) a mis en place des dépistages génomiques viraux sur l'ensemble des dons en Gironde des deux semaines précédentes et ceux actuels. L'ARS a communiqué sur l'épidémie (Annexe 4 : Communication de l'ARS sur le virus West Nile) et mis en place des éléments de lutte anti vectorielle (LAV) autour des cas. Cette action a été réalisée en collaboration avec Bordeaux Métropole.

Le CHU, l'ANSES, le CNR arbovirus, la DDPP et l'animateur ont synthétisé les derniers résultats des opérations de recherche opérationnelle notamment entomologique (cf. paragraphe 3). Un communiqué a été co-écrit pour informer l'ensemble des partenaires et les acteurs notamment nationaux et institutionnels, avant d'être transféré au Haut Conseil de Santé Publique (HCSP) (Annexe 5 : Lettre envoyée par le consortium de chercheurs au HCSP).

Une réunion s'étant tenue fin juillet, traitant des cas de WNV en Gironde et réunissant la DGS, la DGAL, le CNR et l'ARS a permis de rendre visible le réseau. La Mission d'Urgence Sanitaire (MUS) a alors pris contact avec la DDPP pour s'informer des mesures prises. La France a connu une saison de transmission de WNV 2023 exceptionnelle avec 49 cas équins rapportés, dont 31 en Nouvelle Aquitaine et 23 en Gironde, et 41 cas humains rapportés dont 35 en Nouvelle Aquitaine et 28 en Gironde (Figure 10). À titre de comparaison, il y avait eu 9 cas équins et 6 cas humains de WNV en France en 2022.

Figure 10 : Cas symptomatiques de WNV en Nouvelle Aquitaine en 2023 (SpF, LNR West Nile)



g. Le lancement d'études de prévalence

L'initiative « *One Health* » en Gironde a, comme évoqué précédemment, un objectif à court terme visant à réaliser une enquête de circulation du WNV chez les équidés en 2022. Cette enquête a généré plusieurs sous-enquêtes au fil de l'avancement du projet, qui sont décrites ci-après- (cf. paragraphe 3). Ces enquêtes sont devenues un des objectifs spécifiques de ce travail.

c. Discussion de la stratégie développée et de l'activation du réseau *One Health*

L'élaboration de la stratégie (méthodologie) « *One Health* » et sa mise en œuvre sur le terrain peuvent être considérées comme une réussite à plusieurs égards.

La **stratégie** de mise en œuvre d'une initiative « *One Health* » a été développée pendant l'activation du réseau. Tout en essayant d'en tirer les éléments les plus substantiels, il faut garder à l'esprit l'aspect très théorique de cette méthode et surtout sa simultanéité avec l'activation en elle-même. Ainsi, la stratégie « *One Health* » est issue d'une démarche déductive : ce sont les observations de terrain qui ont permis cette théorisation. Notons tout de même qu'une partie de cette théorisation a influencé la mise en pratique sur le terrain : c'est un cycle d'innutrition des deux approches théorique et opérationnelle. Les étapes décrites dans cette stratégie sont tirées de l'expérience de l'activation du réseau « *One Health* » en Gironde. Ainsi elles ne doivent pas être appliquées de manière chronologique car beaucoup sont liées à des variations aléatoires d'emploi du temps.

Dans cette stratégie, plusieurs points méritent une prise de recul. Parmi eux, l'identification des intérêts particuliers des acteurs (I.2.d) pose une question de transparence. L'objectif est en effet de trouver les points d'intérêt de l'acteur pour pouvoir le mobiliser au sein de l'initiative « *One Health* ». Mais cela interroge sur l'influence que vont avoir ces points d'intérêts des acteurs sur les objectifs du réseau. Naturellement, répondre aux attentes des acteurs permet de les mobiliser, mais changer les objectifs à court terme de l'initiative selon les envies des acteurs peut générer des biais dans la priorisation, et parfois ne pas répondre au besoin sanitaire réel. Malgré les deux risques méthodologiques de cette méthode, cette adéquation entre acteurs et initiative « *One Health* » donne un sens à celle-ci et permet de cibler l'intérêt général, ce qui est cohérent avec la doctrine souhaitée.

Les **résultats** de l'application de cette stratégie sont à discuter en regard des objectifs qui ont été fixés. Pour rappel, les objectifs de l'activation du réseau étaient les suivants :

- Appliquer une stratégie « *One Health* » pour réunir les partenaires de terrain et porter une action au niveau départemental voire régional par rapport à l'émergence du virus West Nile en Gironde ;
- Réunir les partenaires de terrain au sein d'un réseau afin de décloisonner les secteurs de la santé humaine, animale et environnementale : transparence, consensus, communication.

Lors de l'action portée en 2023, l'approche « *One Health* » a été centrale : les partenaires ont été réunis en plusieurs occasions : réunion stratégique du 13 juin (cf. L'activation du réseau en deux temps) mais aussi lors des réunions préparant les opérations de recherche opérationnelle. Pour aboutir à un décloisonnement, l'animation du réseau a appliqué une doctrine de transparence et de consensus. Aussi, toutes les informations transmises à l'animateur ont été transmises à l'ensemble du réseau grâce aux acteurs « relais ». La communication entre les acteurs a été entretenue par des contacts interpersonnels mais aussi par l'utilisation de boîtes mail institutionnelles.

Par ailleurs, les membres du réseau ont lancé plusieurs actions. Premièrement, des actions de recherche, présentées ci-dessous. Ainsi, Les acteurs locaux qui ont participé ont vu leurs actions avoir des répercussions concrètes sur la santé publique, ce qui a donné du sens à leur action. Deuxièmement, le réseau a eu une action médiatique à travers différents médias : des conférences ont été réalisées auprès de médecins neurologues ou d'assemblée de piégeurs, des interviews ont été réalisées par France Inter et France Agricole (De Gaillard, 2023). Enfin, plusieurs articles scientifiques sont en cours de publication (voir ci-dessous). Cette couverture médiatique et ces publications sont un bon indicateur de fonctionnement du réseau, et laissent penser que ce réseau a rempli un de ces objectifs : porter une action concrète sur le territoire.

La diversité des acteurs et leur interaction est centrale dans le fonctionnement même du réseau. La plupart des organisations membres se déplaçait à plusieurs individus, en particulier au sein du premier cercle (cf. I.2.b). Aussi, cela a offert une stabilité au réseau notamment lors des périodes de vacances, sans gêner les débats. Les relais locaux portaient une légitimité institutionnelle (ARS, DDPP) qui leur ont permis de communiquer efficacement avec les autres partenaires, mais nous soupçonnons aussi que cela apaisait des rapports de force. En effet, les institutions issues de l'Etat central représentent la neutralité de l'Etat, en référence au principe d'égalité de la République. Il est impossible de prouver cette assertion, mais des partenariats ont pu être réalisés par exemple entre fédération des piégeurs et un centre de soins de la faune sauvage. Dans certains contextes, ces deux types d'organisations s'opposent, et c'est potentiellement grâce

à une combinaison de facteurs dont la légitimité des relais pourrait faire partie que cela n'a pas été le cas dans le cadre de l'activation de ce réseau. La diversité des membres du réseau et leurs interactions semblent avoir permis une stabilité supplémentaire, mais d'autres études sociologiques sont nécessaires pour le démontrer. Le contexte reste central dans la réussite de cette action et la stratégie n'est qu'un des éléments du succès.

Grâce aux relais, les informations étaient transmises au sein des secteurs de la santé (humaine, animale, environnementale). Mais là où les réseaux de la santé humaine et de la santé de la faune domestique étaient déjà très centralisés, ceux de la faune sauvage et de l'environnement étaient très atomisés, avec toutes les difficultés que cela peut engendrer pour les communications. C'est un point de faiblesse au sein du réseau, car les relais doivent sensibiliser les sentinelles de leurs compartiments. Cette sensibilisation a été très efficace pour les vétérinaires et les médecins, mais beaucoup plus aléatoire pour les acteurs de la faune sauvage et de l'environnement. L'impact de cette sensibilisation à deux vitesses est difficile à mesurer, mais concrètement aucun animal sauvage n'a été collecté et analysé pour le WNV en dehors des études opérationnelles de recherche montées spécifiquement avec un protocole adapté. Cela ne permet de documenter ni l'absence ni la présence du WNV dans la faune sauvage, mais souligne une difficulté de collecte sur le terrain, qui peut relever soit d'un manque de communication / sensibilisation soit de difficultés opérationnelles. Finalement, ces relais ont été fondamentaux dans l'organisation du réseau.

3. Etude de la circulation du virus West Nile dans différentes populations animales en Gironde en 2022

Après l'implantation d'une stratégie « *One Health* » en Gironde (et donc l'activation du réseau correspondant), un objectif de ce travail était d'estimer la circulation virale en 2022 chez les équidés, les canidés domestiques et l'avifaune sauvage. De plus, un nouveau système de piégeage de moustiques pour la surveillance environnementale a été évalué.

a. Matériels et méthodes

Les ressources humaines comme financières dédiées aux opérations de recherche étaient limitées. Aussi il a été décidé de se concentrer sur une partie du territoire girondin pour augmenter les chances de détecter la circulation du WNV. Le territoire a été découpé par la DDPP en zones cohérentes d'un point de vue environnemental et épidémiologique. Ainsi, cinq zones ont été ciblées par ces études épidémiologiques : le Blayais, la Confluence, le Médoc, la métropole de Bordeaux et le bassin d'Arcachon (Figure 12). Ces zones ont été déterminées suite à l'analyse d'une combinaison d'indicateurs, suggérant une possible circulation, voire installation du WNV : la localisation géographique des cas de l'année 2022 ; la présence de zones humides⁵, d'aires d'habitats aviaires⁶, de gîtes larvaires⁷ ; et enfin le risque socio-économique⁸. L'importance relative de chaque indicateur est décrite dans la Figure 12. Chacun était noté de 0 (indicateur n'ayant aucune importance) à 3 (indicateur avec une importance critique). Cette notation qualitative a été estimée une première fois avec la DDPP, le LNR West Nile, et une épidémiologiste ; puis revue avec l'ARS et SPF. Les zones retenues sont celles ayant obtenues un score supérieur ou égal à 4, ce qui a écarté le Libournais, l'Entre deux mers et le Sud Gironde (respectivement notés 1, 2, 1).

La Figure 11 présente la méthodologie générale utilisée pour l'enquête de prévalence sur la faune de Gironde, telle que présentée au Comité d'Ethique en Recherche Clinique (COMERC) de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort (EnvA). Elle est détaillée, pour chaque population animale étudiée, dans les paragraphes ci-après.

5 Fondé sur les données de la DDPP, de la FDC, et de la LPO

6 Zone de vie de l'avifaune avec une forte densité d'oiseaux, d'après sur les données de la LPO et de la FDC

7 Zone de reproduction des moustiques du genre *Culex*, fondée sur les données issues des services de démoustication des collectivités territoriales

8 Regroupe un ensemble d'indicateurs : densité de population humaine et présence d'hôpitaux notamment. Basé sur l'analyse qualitative de la DDPP, de l'ARS, de SpF

Figure 12 : Critères de sélection des zones de recherches en Gironde

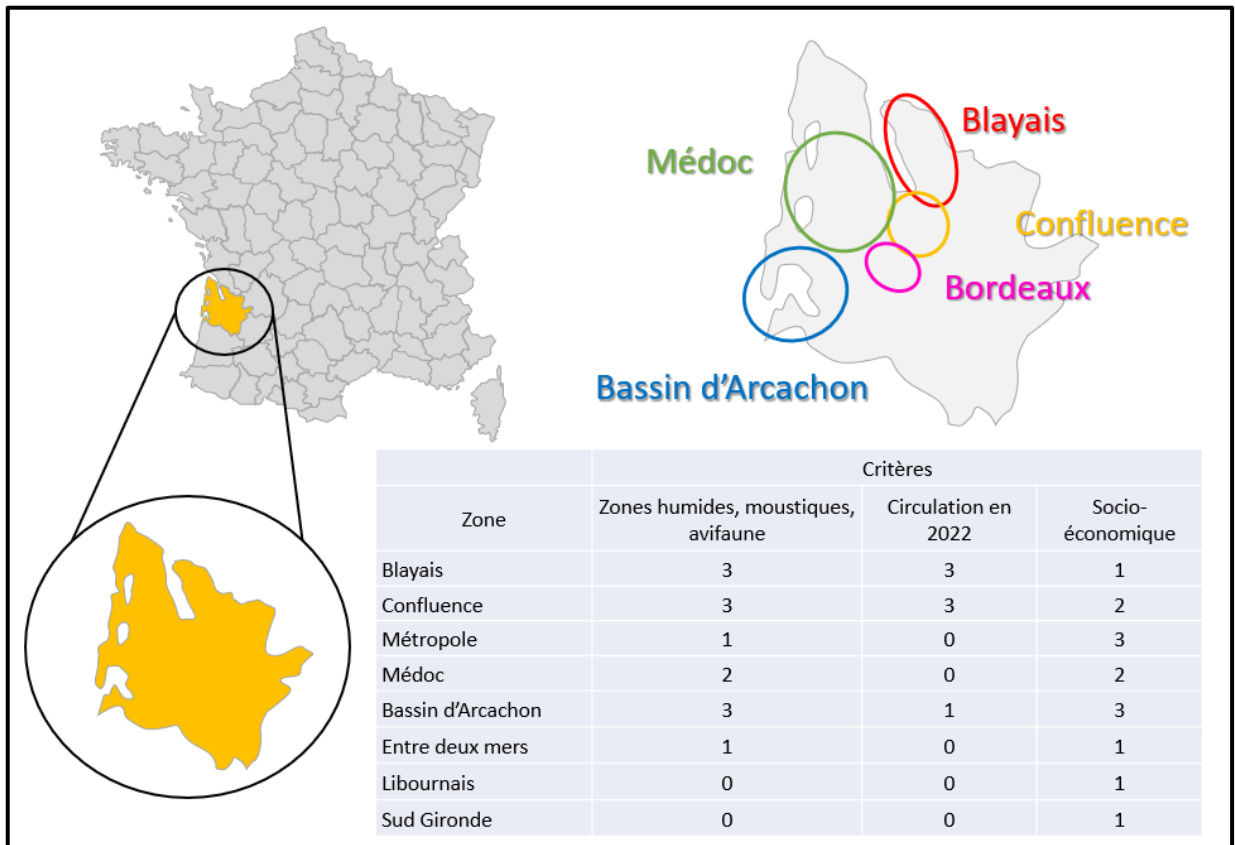
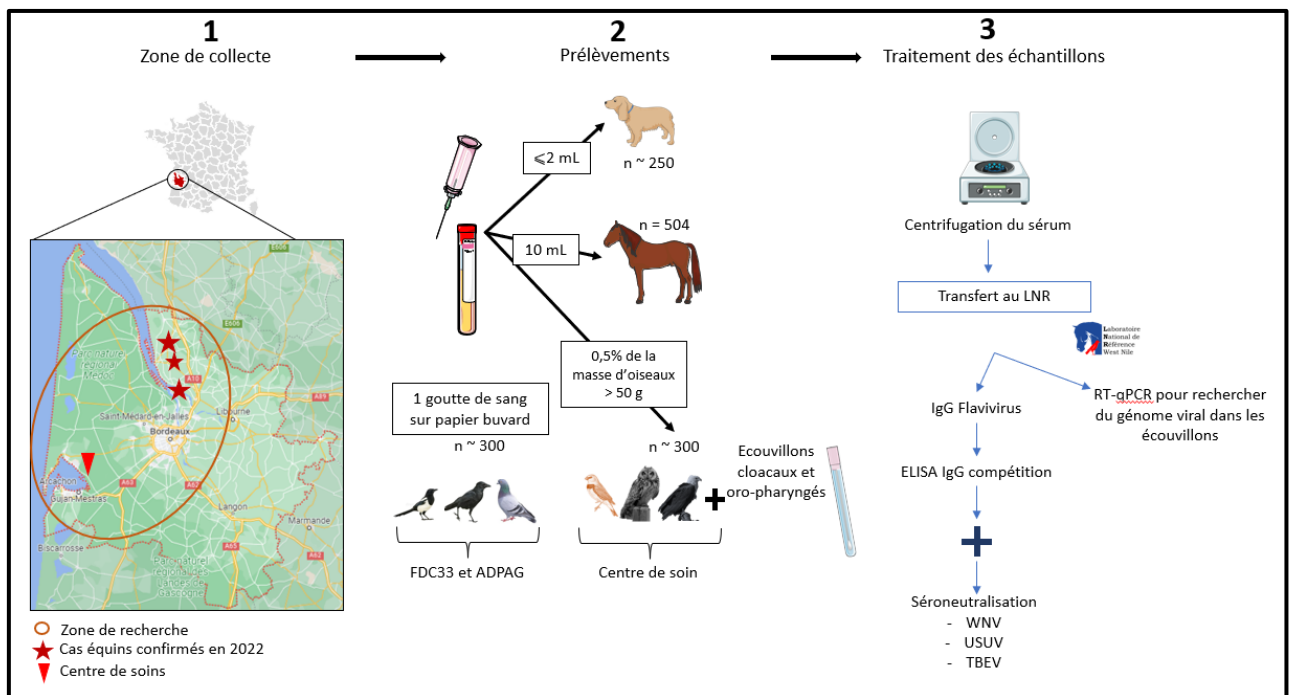


Figure 11 : Protocole d'enquête sérologique sur la faune de Gironde pour estimer la circulation du virus West Nile en 2022



a. Méthodologie suivie pour l'enquête de séroprévalence chez les équidés

L'étude sérologique chez les équidés a été initiée grâce à la collaboration entre l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon (Vetagrosup), le RESPE, la DDPP de Gironde, la Clinique vétérinaire de Conques et le LNR West Nile (Anses Maisons-Alfort). Vetagrosup et le RESPE ont assuré la rédaction du protocole d'enquête avec l'appui d'une épidémiologiste. La DDPP de Gironde a mis à disposition des moyens logistiques pour les déplacements sur le terrain et le stockage de certains prélèvements. La Clinique de Conques est un hôpital vétérinaire spécialisé en équine, dont l'équipe a prélevé les échantillons sanguins. Le LNR West Nile a déployé les moyens logistiques pour rapatrier les échantillons puis les analyser.

L'objectif initial de prélèvement de 500 chevaux (Figure 11) a été déterminé par une épidémiologiste (Mme Coralie Lupo, RESPE) en considérant que la taille de la population équine en Gironde était estimée entre 22 000 et 30 000 individus (N), qu'une précision relative de 40 % était souhaitée, et que l'on attendait une prévalence d'environ 5 %. Le nombre d'animaux prélevés par écurie dépendait du nombre de chevaux prélevables selon les critères ci-après, et de la règle suivante (Leblond *et al.*, 2005) :

- Si l'écurie détenait plus de 15 chevaux répondant aux critères, 15 chevaux étaient prélevés ;
- Si l'écurie détenait entre 10 et 15 chevaux répondant aux critères, 10 chevaux étaient prélevés
- Si l'écurie détenait moins de 10 chevaux répondant aux critères, tous les chevaux étaient prélevés.

La sélection des chevaux à prélever a été réalisée par le gestionnaire d'écurie. Les écuries ont été sélectionnées selon leur localisation et leur volonté de participer à cette étude. Tous les gestionnaires d'écuries ont signé un consentement éclairé (Annexe 6 : Consentement pour l'enquête équine), donnant ainsi l'autorisation de prélever les échantillons.

Pour les chevaux, il y avait deux critères d'inclusion et quatre d'exclusion. Ces critères avaient pour objectifs d'écarter de l'étude tout animal ayant déjà été exposé au virus en dehors de la zone d'étude de Gironde, ou ayant été vacciné. Ont également été exclus de l'étude tous les chevaux n'étant pas présents dans la zone d'étude lors de l'épizootie de 2022. Les critères utilisés sont ainsi résumés ci-dessous :

- Critères d'inclusion :
 - Animal âgé d'un an minimum
 - Animal vivant en Gironde depuis au moins juin 2022
- Critères d'exclusion :
 - Individu non coopératif
 - Animal vacciné contre le virus WN
 - Cheval ayant voyagé dans l'un des départements français suivants au cours des six dernières années : Pyrénées-Orientales (66), Aude (11), Hérault (34), Gard (30), Bouches-du-Rhône (13), Vaucluse (84), Var (83), Alpes-Maritimes (06), Alpes-de-Haute-Provence (04), Corse-du-Sud (2A), Haute-Corse (2B) (ces départements sont des zones où le WNV est enzootique, et le délai de 6 ans correspond au temps de survie estimé des anticorps)
 - Cheval ayant voyagé au cours des six dernières années dans un pays européen où circule le virus WN.

Pour chaque cheval concerné, 10 mL de sang était prélevé à la veine jugulaire. Le jour du prélèvement, un questionnaire (Annexe 7 : Questionnaire aux gestionnaires d'écuries pour l'enquête

équine) devait être rempli par l'équipe vétérinaire et le gestionnaire d'écurie. Les questions portaient sur les points suivants :

- Date d'arrivée de l'animal dans l'écurie (en mois pour l'année 2022, en années sinon) ;
- Département d'origine, le pays si animal originaire de l'étranger ;
- Âge, sexe, race, couleur de la robe, statut vaccinal ;
- Activité principale parmi : sport, club, loisir, reproduction, aucune activité ;
- Protection contre les moustiques : absente, chimique, couverture, masque. La fréquence et la durée d'application étaient également demandées ;
- Nature du logement : paddock/pâture ou box/stalle. La distinction jour/nuit, ainsi que les variations de logement dans l'année ont été demandées aux professionnels (avis subjectif) ;
- Présence, et le cas échéant description de signes neurologiques entre juin et novembre 2022.

Les échantillons sanguins ont été centrifugés à 3000g pendant 5 minutes. Chaque échantillon a été stocké à -20°C avant le transfert au LNR. L'analyse sérologique a été réalisée avec le kit *ID Screen® Flavivirus Competition* (IDVet, Montpellier), pouvant fournir un résultat « négatif », « douteux » ou « positif ». Une séroneutralisation a été réalisée sur les échantillons ayant fourni un résultat douteux ou positif, pour identifier quel *Flavivirus* avait été détecté.

Un intervalle de confiance a été calculé pour inférer les résultats à la population cible (population équine de Gironde).

b. Méthodologie suivie pour l'enquête de séroprévalence dans l'avifaune

L'étude de la circulation virale du WNV au sein de l'avifaune sauvage a impliqué plusieurs acteurs différents, et donc des protocoles de prélèvements différents, tous approuvés par le COMERC (Figure 11).

Centre de sauvegarde de la faune sauvage (LPO)

Le centre de soins d'Audengues de la LPO Aquitaine a collecté des échantillons de sang et des écouvillons cloacaux et buccaux sur des oiseaux vivants lorsqu'une analyse était par ailleurs (c'est-à-dire en dehors de cette étude) nécessaire sur l'individu (ainsi, aucun animal n'a été prélevé spécifiquement pour cette étude). Ce centre emploie une vétérinaire spécialisée en avifaune sauvage européenne, ce qui a permis la réalisation des prélèvements sur animal vigile en accord avec les principes éthiques de bien-être animal. Les critères d'inclusion étaient les suivants :

- Oiseaux appartenant aux ordres suivants : *Passériformes*, *Strigiformes*, *Accipitriformes*, *Falconiformes*, *Charadriiformes*, *Colombiformes*, *Rhéiformes*.
- Poids de 50 g minimum. En effet, un prélèvement de 250µL était nécessaire pour les analyses ; or la quantité de sang prélevé doit être de maximum 0,5 % du poids vif pour ne pas provoquer des conséquences délétères pour l'oiseau⁹.
- Individu collecté en Gironde.

9 Jala Lopez-Quemada, vétérinaire spécialisée dans l'avifaune sauvage européenne, Centre de soins d'Audengues

Chaque prélèvement était associé à différentes informations : âge approximatif, espèce, lieu de ramassage.

Chasseurs et Piégeurs (FDC33 et ADPAG respectivement)

L'association des piégeurs agréés de Gironde (ADPAG) et la fédération des chasseurs de Gironde (FDC33) ont collecté des gouttes de sang sur papier buvard (*QIAcard FTA Classic*). Lors des opérations de destruction de nuisibles ou de piégeage d'espèces susceptibles d'occasionner des dégâts (ESOD), les piégeurs et chasseurs visent les corneilles noires (*Corvus corone*), les pies bavardes (*Pica pica*) et les pigeons bizet (*Columba livia*). L'objectif souhaité était d'obtenir des prélèvements d'une goutte de sang sur 300 individus différents (toutes espèces confondues). Des informations étaient collectées pour chaque échantillon prélevé : espèce, âge approximatif (juvénile ou adulte), et lieu de capture (Annexe 8 : Protocole de prélèvements de l'avifaune pour les piégeurs et les chasseurs).

Analyse des prélèvements

Les papiers buvards ont été analysés au LNR WN pour détecter la présence d'IgG avec le kit *ID Screen® Flavivirus Competition* (IDVet, Montpellier). Une séroneutralisation a été réalisée sur tout résultat non négatif. Les écouvillons fournis par le centre de soins ont été analysés par PCR pour essayer de détecter la présence de génome viral.

c. Méthodologie suivie pour l'enquête de circulation virale parmi les moustiques

L'objectif de cette étude n'était pas de cartographier finement la circulation virale du WNV dans la population de moustiques locale, mais de montrer qu'une surveillance entomologique de la circulation virale est possible, et de valider le développement d'un nouveau type de piège reposant sur l'analyse des déjections et exsudats de moustiques. Les pièges ont donc été déployés dans des zones stratégiques où le virus avait circulé en 2022 selon l'enquête équine, pour maximiser la probabilité de détecter les WNV et USUV.

L'étude a été menée dans les zones du Blayais, la Confluence et Bordeaux. Dix pièges ont été placés dans les zones où les équidés ont été les plus exposés durant l'année 2022, du 19 juillet au 03 août 2023. Le nombre de pièges était dépendant des moyens mis à disposition de cette étude : prix des pièges, de l'attractant (CO₂) et du nombre de personnes disponibles pour relever ces pièges. Le piégeage et l'analyse étaient le fruit d'une collaboration entre l'EID¹⁰ Méditerranée (qui a fourni les pièges), l'IRBA¹¹ (qui a réalisé les analyses des prélèvements), Bordeaux métropole et la Communauté des Communes de l'Estuaire¹² (qui ont mis à disposition les agents qui ont relevé les pièges) et la DDPP de Gironde (qui a fourni l'attractant, et assuré la logistique pour l'envoi des prélèvements).

10 Entente interdépartementale de démoustication

11 Institut de Recherche Biomédical des Armées

12 Collectivité territoriale du nord de la Gironde

La nouvelle technologie testée durant cette étude est l'adaptateur *Molecular Xenomonitoring (MX)* imprimé en 3D (L'Ambert *et al.*, 2023), qui a été placé dans les pièges *BG sentinel* (BGS, Biogents AG, Regensburg, Germany). L'adaptateur MX (Figure 13) fournit ainsi un environnement sécurisé, humide, et un accès à du sucre pour les moustiques piégés. Les excréta des moustiques sont collectés sur un papier buvard posé au fond de l'adaptateur¹³. Cette technologie est innovante car elle permet de conserver des moustiques vivants, contrairement aux autres pièges, et donc de conserver l'ARN viral (qui est sinon dégradé très rapidement). De plus, le buvard permet de déterminer rapidement la présence ou non de virus dans le pool de moustiques piégés. C'est un gain important de temps et d'argent car les méthodes classiques de piégeage de moustiques demandent de disséquer individuellement chaque moustique puis de l'analyser.

Les captures duraient 3 à 4 jours consécutifs. Du dioxyde de carbone était utilisé comme attractant pour les moustiques, de 19h à 7h (piégeage de nuit, suivant la période d'activité du *Culex*).

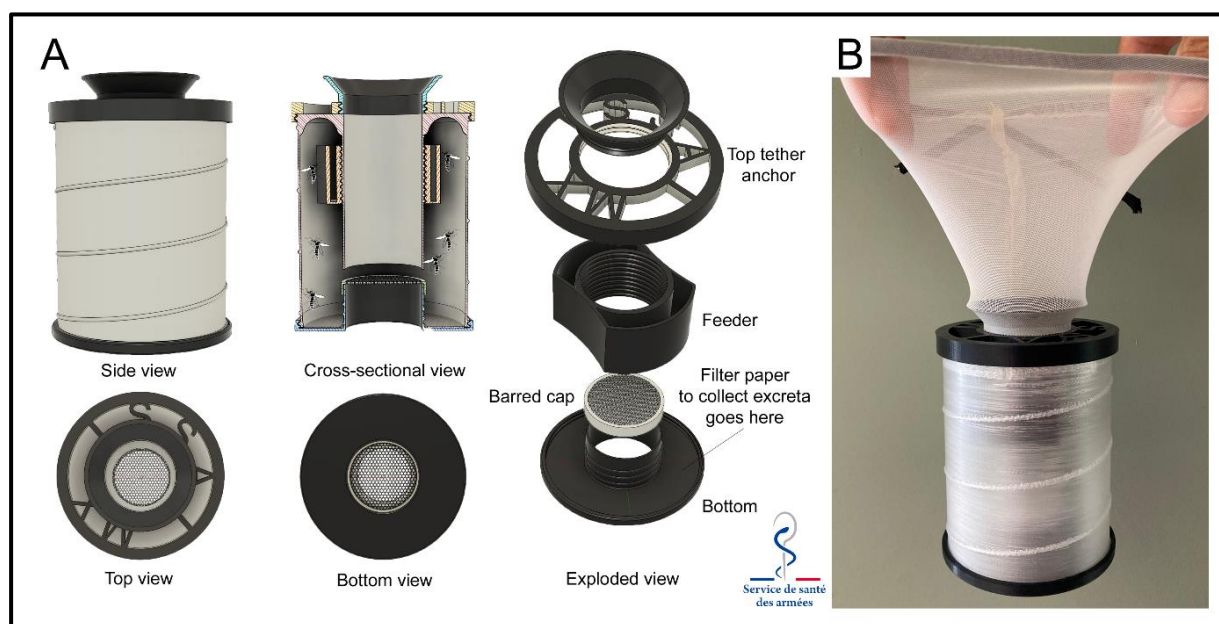
Quatre pièges ont été déployés dans le Blayais. Ces quatre pièges ont été placés dans des espaces connus par les agents de la CCE et chez un éleveur de bovins volontaire. Six pièges ont été déployés dans la Confluence avec l'aide de Bordeaux Métropole, au sein d'écuries ayant participé à l'étude sur les équidés. Trois pièges supplémentaires ont été déployés dans Bordeaux intramuros entre le 11 et le 24 août 2023 suite aux premiers cas humains détectés. L'objectif spécifique était de tester l'utilisation de l'adaptateur *MX* en zone urbaine. Les pièges ont été placés dans des parcs proches des cas humains. Les critères de pose des pièges étaient les suivants : à l'ombre, abrités du vent et dans une zone suffisamment humide, permettant par ailleurs la proximité d'une source d'électricité.

Le relevé des pièges a été effectué par les agents de la CCE et les agents du service démoustication de Bordeaux Métropole. L'adaptateur était placé à -20°C pour tuer les moustiques. Les insectes étaient alors transférés dans un récipient, lui-même placé au congélateur à -20°C. Les buvards étaient envoyés par la poste à température ambiante à l'IRBA, à Marseille. La détection virale était effectuée à partir des buvards, une manipulation permettant d'analyser un pool de moustiques¹⁴. Après extraction de l'ARN, le génome viral était détecté par RT-qPCR. Si les résultats étaient positifs, les moustiques étaient ensuite analysés individuellement pour identifier les espèces de moustiques infectés.

13 Vidéo explicative sur le fonctionnement du piège à destination des releveurs : <https://youtu.be/cj4afVtavm0?si=R-9JCKH6LORyXnlx>

14 Pool de moustiques : Ensemble des moustiques piégés durant une capture

Figure 13 : Adaptateur MX pour le piégeage des moustiques (IRBA)



b. Résultats

a. Résultats de l'enquête de séroprévalence chez les équidés

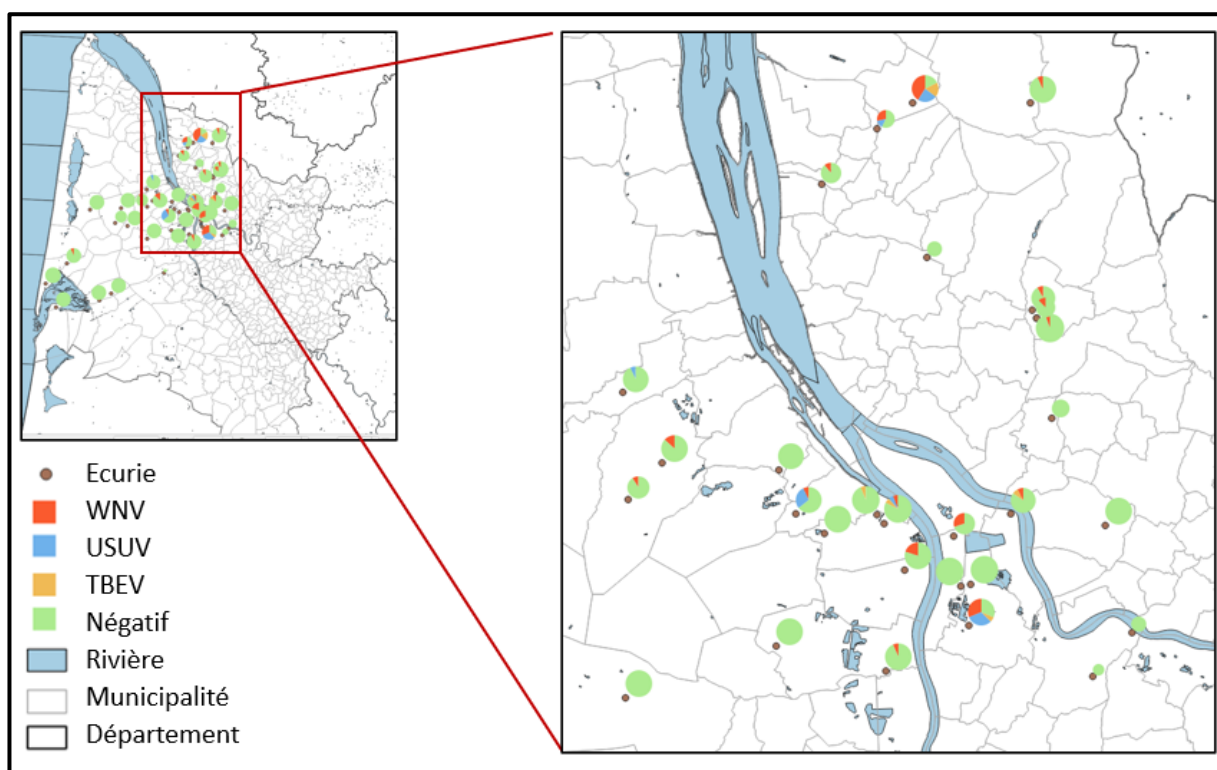
Parmi les 501 chevaux prélevés, 23 (4,7 %) ont fourni un résultat positif uniquement au WNV en séroneutralisation. Onze (2,2 %) chevaux étaient quant à eux positifs uniquement au USUV. Six (1,0 %) chevaux étaient positifs uniquement au TBEV. Les résultats sont présentés dans le Tableau 3, incluant également des intervalles de confiance à 95 %. Notons que six individus sont positifs à WNV et USUV et trois individus sont positifs à WNV et TBEV. Les tests employés ne permettent toutefois pas de différencier une réaction croisée (individu positif à WNV qui réagirait également à USUV) d'une co-infection par le WNV et l'USUV chez un même individu. Ainsi, ces neuf individus ont été exclus du tableau.

Tableau 3 Résultats des analyses sérologiques confirmés par séroneutralisation réalisées sur les équidés prélevés dans la zone d'étude (N=501)

Virus	WNV	USUV	TBEV	NEGATIF
Chevaux positifs	4,7 % (n=23)	2,2 % (n=11)	1,0 % (n=6)	90,4 % (n=453)
Intervalles de confiance à 95%	de [2,8 % - 6,6 %]	[0,9 % - 3,6 %]	[0,1 % - 1,9 %]	

Parmi les 40 étables étudiées, 50 % (n= 20) détenaient au moins un cheval infecté. Les virus étaient concentrés dans deux zones géographiques : le Blayais et la Confluence (Figure 14).

Figure 14 : Répartition géographique des résultats sérologiques obtenus chez les équidés



b. Résultats de l'enquête de séroprévalence au sein de l'avifaune

Les résultats des prélèvements dans le centre de soins n'étaient pas encore disponibles au moment de la rédaction de ce manuscrit. Au total, 135 oiseaux ont été prélevés sur buvards par des chasseurs et/ou piégeurs dans le cadre des opérations de destruction de nuisibles et de piégeage.

Les résultats obtenus étaient les suivants : **69,6 % (n=94)** étaient séropositifs à WNV. Parmi ces individus, 89 étaient séropositifs au USUV. Donc **65,9 % (n=89)** des individus de l'échantillon étaient séropositifs à WNV et USUV. Ainsi, à part cinq individus, tous les animaux étaient séropositifs aux deux virus. Il est toutefois impossible, avec les analyses réalisées, de différencier une co-infection d'une réaction croisée (cf. I.1.a.b).

Le Tableau 4 présente les résultats obtenus par espèce. La Pie bavarde a été l'espèce la plus fréquemment prélevée, suivie de la Corneille et du Pigeon ramier. Les cinq individus seulement positifs au WNV étaient des Pies bavardes. La Pie bavarde était l'espèce la moins séropositive aux deux virus en proportion (~43 % d'individus positifs dans cette espèce contre plus de 80 % pour les trois autres espèces étudiées).

Tableau 4 Proportions d'oiseaux prélevés par espèce aviaire et statut sérologique vis à vis des virus WNV/USUV (confirmés par séroneutralisation)

	Pie Bavarde	Corneille	Pigeon Bizet	Pigeon Ramier
Total oiseaux prélevés	50,4%	22,2%	6,7%	20,7%
(N = 135)	(n=68)	(n=30)	(n=9)	(n=28)
Positif à WNV uniquement	15,15% (n=5)	0%	0%	0%
Positif à WNV et USUV	41,2% (n=28)	83,3% (n=25)	100,0% (n=9)	96,4% (n=27)

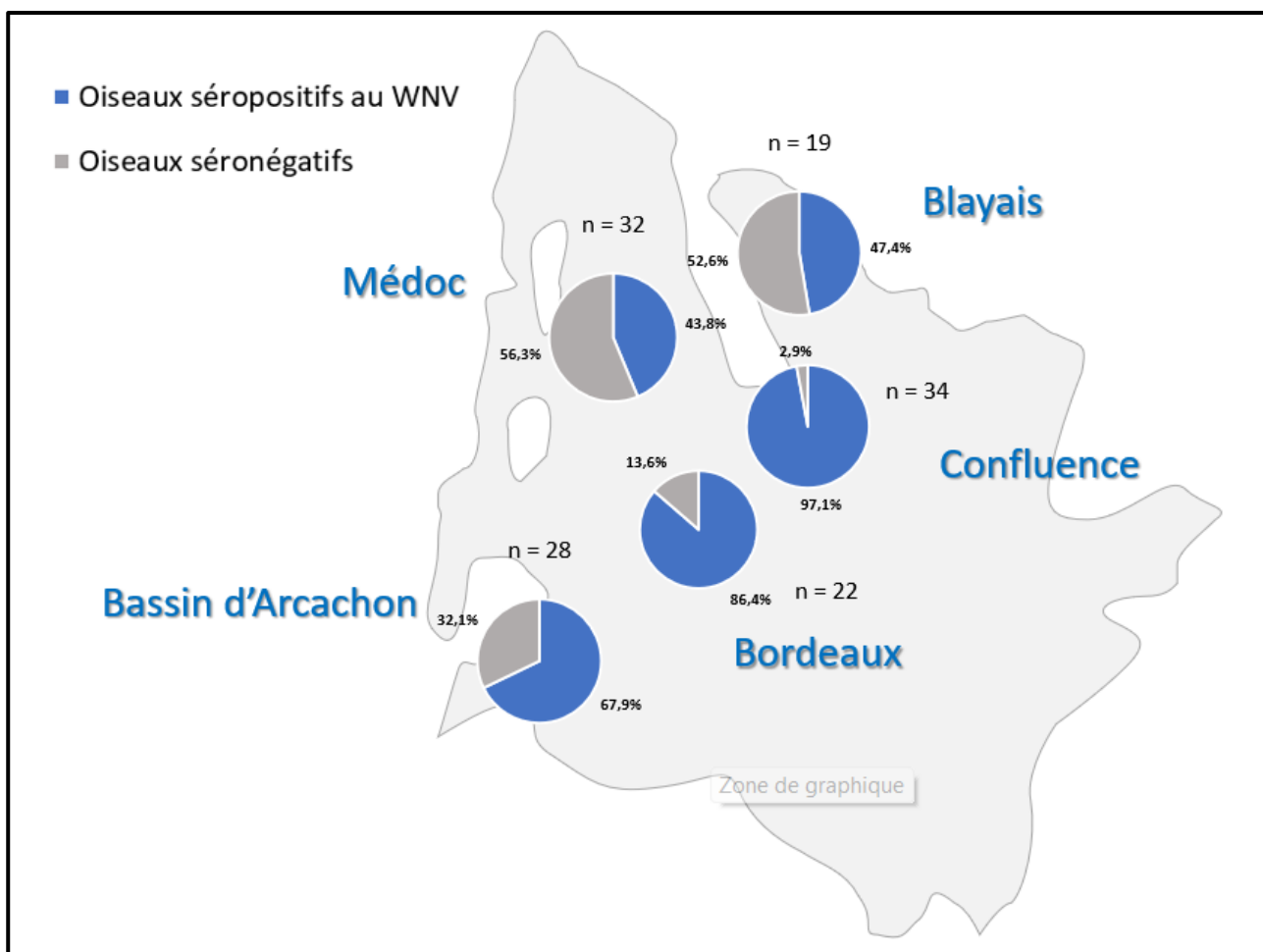
La distribution spatiale des oiseaux prélevés est indiquée dans le Tableau 5, ce qui montre que chaque zone a bien été prélevée dans des proportions apparemment comparables (Tableau 5, ligne 1). Notons toutefois que le Blayais et le Médoc sont des zones beaucoup plus grandes, dans lesquelles finalement peu de prélèvements ont été réalisés si on rapporte le nombre d'oiseaux collectés aux km² de la zone (Tableau 5, ligne 3).

Tableau 5 Proportion d'oiseaux prélevés dans chaque zone et statut sérologique vis à vis des virus WNV/USUV (confirmés par séroneutralisation)

	Arcachon	Blayais	Bordeaux	Confluence	Médoc
Total des oiseaux prélevés dans cette zone (N=135)	20,7 % (n=28)	14,1 % (n=19)	16,31 % (n=22)	25,2 % (n=34)	23,7 % (n=32)
Taille de la zone (km²)	1 150	1 450	500	300	2 350
Oiseaux prélevés/km² (x 10⁻²)	2,43	1,31	4,4	11,3	1,36
Positif à WNV	67,9% (n=19)	47,4% (n=9)	86,4% (n=19)	97,1% (n=33)	43,8% (n=14)
Positif à USUV	64,3% (n=18)	26,3% (n=5)	86,4% (n=19)	97,1% (n=33)	43,8% (n=14)
Proportion de Pies bavardes parmi les oiseaux prélevés	53,6% (n=15)	84,2% (n=16)	54,6% (n=12)	5,9% (n=2)	71,9% (n=23)
Proportion de Pies bavardes parmi les oiseaux pos au WNV	52,6% (n=10)	77,8% (n=7)	47,4% (n=9)	6,1% (n=2)	35,7% (n=5)

Les deux zones dans lesquelles le plus d'oiseaux positifs ont été détectés sont Bordeaux et la Confluence. En second venait le bassin d'Arcachon, puis le Blayais et le Médoc (Figure 15, Tableau 5). En comparant les proportions d'individus positifs avec les proportions de Pies bavardes dans les zones de capture, on remarque que les zones les plus infectées sont les zones présentant le moins de Pies bavardes capturées en proportion (par exemple, dans la zone de la Confluence, 97 % d'oiseaux infectés ont été détectés, alors que seulement 6 % des oiseaux capturés étaient des Pies bavardes). Inversement, les zones les moins infectées étaient les zones dans lesquelles le plus de Pies bavardes ont été capturées en proportion (exemple : le Médoc, avec 44 % de positifs pour 72 % de pies bavardes parmi les oiseaux capturés). On notera que dans le Blayais, la différence entre les proportions de positifs au WNV et positifs au USUV s'explique par la présence des cinq Pies bavardes uniquement positives à WNV (Tableau 4).

Figure 15 : Pourcentages d'oiseaux séropositifs au WNV par zone géographique en 2022

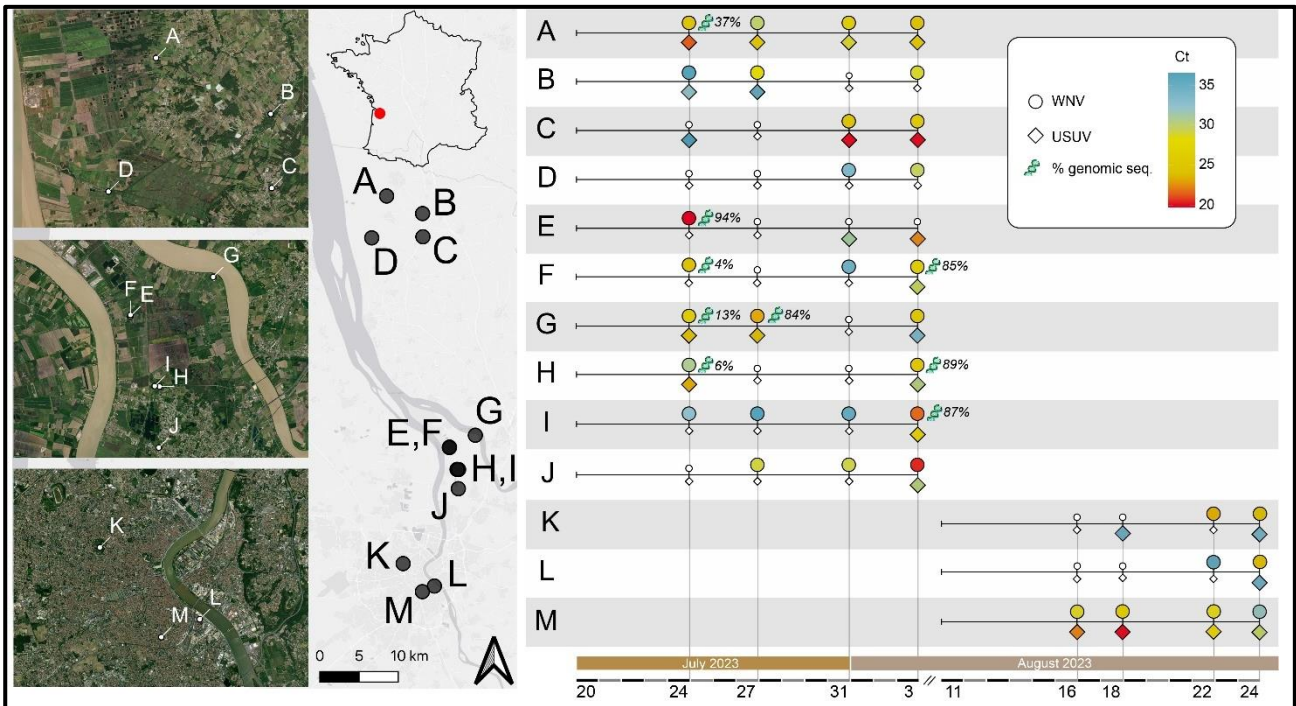


c. Résultats de l'enquête de circulation virale parmi les moustiques

Au total, treize pièges ont été déployés en Gironde en 2023. Les dix premiers (piège A jusqu'au piège J), ont capturé des moustiques dans le Blayais et la Confluence, du 19 juillet au 03 août. Les trois derniers (pièges K, L, M) ont été mis en place du 11 au 24 août dans la ville de Bordeaux.

Tous les pièges ont détecté au moins une fois du WNV et du USUV, à l'exception du piège D qui n'a détecté que du WNV. Sur la Figure 16, la date de découverte du virus est indiquée en abscisse. Le virus WNV est représenté par un rond et le virus USUV par un losange. La couleur indique le nombre de cycles (ct) nécessaires à la détection du virus : plus la couleur tend vers le rouge, plus le virus a été détecté rapidement, donc plus le virus était concentré dans le buvard. Pour certains buvards, l'ARN viral a pu être séquencé, et la proportion de génome ainsi séquencé est indiquée en pourcentage. Les souches virales identifiées sont le lignage 2 pour le WNV et le lignage Africa 3 pour l'USUV.

Figure 16 : Présence virale dans les moustiques capturés au sein des pièges de l'étude entomologique en Gironde 2023



c. Discussion

Dans cette partie nous discuterons de la méthodologie utilisée puis des résultats obtenus avant de prendre du recul par rapport à ces derniers, pour chaque population animale étudiée.

Les zones de recherche ont été définies par une analyse qualitative fondée sur des informations recueillies auprès des acteurs de terrain. La méthode qualitative n'est pas d'une grande robustesse mais a permis une action rapide. Or le temps était un critère essentiel pour la réalisation des enquêtes sur la faune (équins et oiseaux). En effet, celles-ci devaient être réalisées entre mars (date de mon arrivée en stage) et juin, car au-delà la période de circulation du WNV commence. Or, des prélèvements effectués durant la période de transmission ne permettraient pas d'établir qu'un animal positif a été exposé durant l'année 2022 (et non 2023). L'exclusion de certaines zones géographiques de l'étude peut également poser question, car malgré leur climat défavorable aux moustiques, elles étaient proches des cas équins de 2022 (exemple : le libournais). La restriction à certaines zones d'étude seulement a toutefois été décidée pour des raisons de moyens limités et ces zones mériteraient d'être investiguées dans des études ultérieures, dans la mesure du possible.

Il est à noter que l'étude sur les canidés n'a pu avoir lieu par manque d'échantillons recueillis. Une convention a été établie avec le LDA de Gironde pour la préparation et l'envoi des prélèvements au LNR, dans l'objectif de simplifier le travail des vétérinaires libéraux. Mais l'appel aux prélèvements (avec flyer d'information pour les propriétaires, consentements éclairés, etc.) n'a pas été suivi par les professionnels. Dans les éléments qui peuvent expliquer cet échec, on peut souligner que l'animation a été un peu moins active auprès de ces professionnels, et que les échéances étaient très difficiles à tenir (lancement de la convention fin avril pour des prélèvements de fin avril jusqu'à début juin). Enfin, le printemps est une période très intense pour les vétérinaires, et ils avaient donc peu de temps à consacrer à cette étude supplémentaire.

De plus, nous n'avons pas obtenu des prélèvements utilisables du centre de soin d'Audenges. Le centre de soins n'a pas pu prélever suffisamment d'individus en mai car leur grande période d'activité aviaire est en avril, et l'étude n'a pu être lancée plus tôt pour des raisons logistiques similaires à celle des canidés. De plus, les prélèvements ont été étalés sur une grande période de temps (y compris durant la période de circulation 2023), or cette étude aviaire se concentrait normalement sur l'année 2022. Ils n'ont donc pas été présentés dans ce travail.

a. Discussion de l'enquête de séroprévalence chez les équidés

Lors de l'élaboration de l'enquête chez les équidés, les écuries ont été sélectionnées lorsque le gestionnaire en charge était volontaire pour participer à l'étude. Or les volontaires peuvent potentiellement concerner les écuries les plus touchées par des signes neurologiques inexplicables (si les gestionnaires veulent par exemple savoir s'il s'agit du WNV) ou au contraire les écuries les moins touchées par des signes neurologiques inexplicables (car dans ce cas ils ne seront pas réticents à la réalisation d'analyses sur les chevaux détenus). A ce biais de sélection s'ajoute un second biais de sélection : lorsqu'une écurie compte plus de 15 équidés, le protocole prévoit d'en

prélever seulement 15. Cette sélection aurait dû être randomisée, mais pour des raisons légales¹⁵ ou pratiques¹⁶ cette sélection a été faite par le gestionnaire d'écurie. Le nombre médian d'animaux par écurie était de 27, et trente écuries comptaient plus de 15 équidés donc il y a eu sélection dans 75 % des écuries prélevées. Ce défaut de représentativité rend difficile l'interprétation d'un intervalle de confiance.

Une question essentielle pour les enquêtes de séroprévalence de WNV dans la faune est celle de la sensibilité (Se) et spécificité (Sp) des tests. Pour mener à bien cette étude, les prélèvements ont été analysés par le LNR West Nile avec leurs techniques de routine qui sont le test ELISA ID Screen® Flavivirus Competition (IDVet, Montpellier) et les tests de séroneutralisation. Le premier test permet un large dépistage d'anticorps dirigés contre divers *Flavivirus* tels que WNV, USUV et TBEV, trois *Flavivirus* circulant en France. Ce test commercial et standardisé est largement utilisé dans les différents LNR WNV européens (Données LRUE Maladies équine) puisqu'il offre une très bonne sensibilité diagnostique. Pour identifier le ou les *Flavivirus* détecté(s) par le test ELISA, le LNR emploie un second test plus spécifique sur tous les résultats positifs ou douteux au test ID Screen® Flavivirus Competition : la séroneutralisation (SNT). Des séroneutralisations pour WNV, USUV et TBEV ont donc été réalisées. Des individus positifs à plusieurs virus peuvent être diagnostiqués. Cependant, un test positif pour WNV et USUV pour un même équidé ne signifie pas forcément qu'il ait été en contact avec les deux virus. En effet, WNV et USUV appartiennent au même sérocomplexe (sérocomplexe du virus de l'encéphalite japonaise, JEV). Des réactions sérologiques croisées peuvent donc être observées. Le test de la SNT permet d'estimer le titre en anticorps neutralisants dirigés contre un virus, qui est égal à l'inverse de la dilution du sérum (dilution en cascade 2 à 2, dilution initiale 1/5). La discrimination de WNV et USUV est possible dès lors que 4 dilutions d'écart sont observées entre les deux titres. Par exemple si un individu est WNV positif à la dilution 1/320 (très dilué donc très concentré) et USUV positif à la dilution 1/20 (très peu dilué donc peu concentré), il est alors considéré positif uniquement à WNV. Si la différence est moins importante (exemple : WNV dilué à 1/160 et USUV dilué à 1/80), la discrimination entre les deux virus est impossible.

Dans les résultats de l'enquête réalisée sur la population équine, six chevaux avaient donc un statut sérologique WNV/USUV positif car il n'était pas possible de discriminer les deux virus. Trois autres chevaux ont présenté des anticorps contre le WNV et TBEV, signifiant qu'ils avaient été en contact avec WNV et un virus appartenant au sérocomplexe TBEV (Bournez *et al.*, 2019).

Quant au TBEV, sa présence est bien plus discutable. En effet, un cas humain a été recensé en 2006 dans la même zone géographique, chez un chasseur. Une partie¹⁷ des équidés présentaient des anticorps neutralisants dirigés contre TBEV. Les critères d'inclusion et d'exclusion ont été réexaminés en regard du TBEV pour ces animaux. Ces critères n'excluaient pas les individus ayant voyagé dans la zone de circulation de TBEV, à savoir l'est de la France (Bournez *et al.*, 2019 ;

¹⁵ Certains gestionnaires d'écuries gardent des chevaux de propriétaires ou de grande valeur. Ces chevaux ont été écartés des prélèvements ou au contraire sélectionnés en priorité selon les motivations personnelles du gestionnaire.

¹⁶ Certains individus étaient non abordables, au travail ou dans une pâture très éloignée.

¹⁷ n=3 sur les 6 individus uniquement positifs à TBEV et n=3 sur les 3 individus positifs à WNV et TBEV

Gonzalez *et al.*, 2022). Les trois individus positifs à WNV et TBEV suggèrent une réaction croisée avec WNV, sans pouvoir l'affirmer. Deux individus sur les trois séropositifs uniquement à TBEV ont voyagé dans l'Est de la France au cours des trois années précédant le prélèvement. L'hypothèse retenue est qu'ils aient été exposés à cette occasion. Le dernier cas pourrait suggérer une potentielle circulation du virus TBEV en Gironde, mais en l'absence d'autres cas chez les équidés ou les ruminants domestiques, cette hypothèse est très discutable. Afin de confirmer la circulation de TBEV en Gironde, des investigations sur les tiques et d'autres hôtes tels que les rongeurs et bovins sont nécessaires.

La séroprévalence à WNV estimée au sein des équidés en Gironde (4,6 %) (Tableau 3) est globalement comparable avec celle connue en Camargue (13,2 %), zone endémique de WNV (Constant *et al.*, 2022), bien que de moindre ampleur toutefois. En gardant à l'esprit que 80 % des écuries ont été prélevées dans le Blayais, cette séroprévalence confirme bien une circulation de WNV en 2022, et pas seulement dans les zones où les cas symptomatiques ont été notifiés. Toutefois, des cas de syndromes neurologiques équinés non expliqués ont été détectés par les vétérinaires de terrain en Gironde avant 2022. Deux hypothèses sont proposées : le WNV circulait avant 2022, ou les syndromes neurologiques étaient dus à d'autres étiologies (piroplasmose, fracture cervicale par exemple). L'hypothèse des autres étiologies est retenue à ce stade au vu de la séroprévalence estimée dans cette étude, car celle-ci pointe plus vers une épizootie ponctuelle qu'une circulation à bas bruit depuis plusieurs années.

b. Discussion de l'enquête de séroprévalence dans l'avifaune

L'enquête de séroprévalence réalisée dans l'avifaune sauvage par les piégeurs et chasseurs avait pour objectif le prélèvement de 300 individus. Au final, seuls 135 ont été prélevés. Plusieurs raisons peuvent expliquer la non-atteinte des objectifs initiaux : la fenêtre de prélèvement était étroite, et les opérations de destruction de nuisibles sont peu fréquentes avant juillet-août (pour protéger les cultures). Malgré la motivation des partenaires chasseurs et piégeurs, ils éprouvaient ainsi des difficultés notables à capturer le nombre d'oiseaux nécessaire.

La méthode d'analyse pour la détection des WNV et USUV était la même que celle pour les équidés et souffre donc des mêmes biais (cf. I.1.a.a).

Les résultats obtenus étaient les suivants : 69,6% (n=94) oiseaux prélevés étaient positifs à WNV, 65,9 % (n=89) étaient positifs au USUV et WNV. Donc à part 5 individus (pies bavardes), tous les animaux étaient positifs aux deux virus avec des concentrations d'anticorps similaires : il était donc impossible de différencier une co-infection d'une éventuelle réaction croisée. Dans la suite de cette partie, nous désignerons donc par « les virus » la détection de WNV et USUV chez (presque) tous les oiseaux prélevés.

Les deux zones avec le plus d'individus séropositifs capturés étaient Bordeaux et la Confluence, ce qui est tout à fait cohérent avec la répartition géographique des cas symptomatiques observée en 2022 et 2023. En effet le WNV a circulé en 2022 dans la Confluence et a circulé au sein de la ville de Bordeaux en 2023 (Annexe 4 : Communication de l'ARS sur le virus West Nile). Notons que le Blayais et le Médoc sont des zones beaucoup plus grandes, dans lesquelles peu d'oiseaux ont finalement été capturés si on les rapporte au km² : il est donc difficile de comparer le Blayais et le Médoc avec les autres zones par souci de représentativité. Il faudrait ainsi de plus

amples investigations et des éléments de comparaison comme la densité aviaire au km² dans chacune de ces zones.

La Pie bavarde était l'espèce la plus capturée, le Pigeon bizet le moins capturé. Cela pourrait s'expliquer par les pratiques de piégeage, qui sont plus faciles à mettre en œuvre hors zones urbanisées (or c'est en ville que se concentrent les pigeons bizets). Mais il est possible que la Pie bavarde ait une plus grande population, ou qu'elle soit davantage ciblée par les piégeurs.

Les cinq individus seulement positifs au WNV étaient des Pies bavardes, ce qui pourrait indiquer que cette espèce est moins sensible à USUV qu'au WNV. Toutefois, aucun élément de la littérature ne va dans ce sens, au contraire les corneilles en général (pas seulement l'espèce de la Corneille noire) semblent extrêmement sensibles au WNV, et ce en Europe comme aux USA (Lim *et al.*, 2015). De plus, dans notre étude, la Pie bavarde semblait être l'espèce la moins exposée aux virus en proportion : ~43 % d'individus étaient positifs en sérologie, contre plus de 80 % pour chacune des trois autres espèces (Tableau 4). Ce résultat remet en question l'idée que les deux zones présentant le plus d'individus capturés séropositifs sont Bordeaux et la Confluence. La différence de positivité entre les zones semble corrélée négativement à la proportion de Pies bavardes parmi les animaux capturés : dans les zones où la séroprévalence était la plus élevée il y avait peu de Pies bavardes capturées. C'est une hypothèse qu'il faudrait explorer d'autant que c'est contradictoire avec les résultats de la littérature. Nous pourrions être face à un artefact lié à l'aléa. Plusieurs hypothèses se dessinent pour expliquer cette corrélation :

- **Hypothèse 1 :** La corrélation négative pourrait être expliquée par les zones de prélèvements. La cause de cette corrélation serait que les virus circulent plus dans les zones de Bordeaux et de la Confluence. La différence de proportion de séropositifs entre les pies bavardes et les autres espèces serait donc issue d'un biais de confusion : les pies ont été plus capturées dans des zones où le virus circule le moins. Plusieurs hypothèses peuvent être proposées pour expliquer ces différences de captures :
 - La compétence des piégeurs/chasseurs, qui peuvent se spécialiser dans la capture d'une espèce dans certaines zones particulières ;
 - La densité : les pies bavardes sont plus présentes dans certaines zones ;
 - Les pies bavardes subissent un événement extérieur qui augmente artificiellement leur proportion parmi les animaux capturés (autres maladies, migration qui augmente la population aviaire en général et pousse les pies plus proches des humains pour leur nourriture...).
- **Hypothèse 2 :** La corrélation négative pourrait être expliquée par les espèces d'oiseaux prélevées. La cause de cette corrélation serait alors la proportion de pies bavardes capturées et la différence de réceptivité des pies bavardes par rapport aux autres espèces d'oiseaux. La différence de résultats séropositifs entre les zones serait donc issue d'un biais de confusion, et il n'y aurait pas de réelle différence de circulation virale entre les zones. Plusieurs hypothèses peuvent être avancées :
 - La Pie bavarde est moins exposée au WNV et au USUV par rapport aux autres espèces, de par son habitat, son comportement ou son système immunitaire par exemple ;
 - Les trois autres espèces seraient très réceptives aux WNV/USUV et auraient des signes, même légers, ce qui impliquerait qu'ils soient plus facilement capturés : un oiseau avec des symptômes neurologiques est moins alerte. Ainsi, dans les zones où ces espèces sont les plus présentes, celles-ci sont sur-capturées, ce qui provoque une augmentation artificielle du nombre de cas.

- **Hypothèse 3** : Il est impossible de trancher entre les deux hypothèses et les deux sont vraies dans des proportions à définir.

L'hypothèse 1 semble être plus réaliste, la plus cohérente avec l'étude sur les équidés et la plus économes en axiomes pour être valide. Néanmoins, il faudrait des analyses plus poussées d'un point de vue statistique pour pouvoir fournir une réponse définitive. Le nombre de données à ce jour ne permettent pas de stratifier pour explorer séparément chacune des hypothèses.

c. Discussion de l'enquête de circulation virale parmi les moustiques

Durant l'enquête de circulation virale réalisées sur les populations locales de moustiques, nous avons développé une nouvelle technologie sur le terrain. L'objectif de cette enquête était de valider la technologie de l'adaptateur *MX* (prix, praticité, efficacité, ...) et de montrer qu'une surveillance entomologique de la circulation virale était possible avec ce nouvel outil.

Nous ne pouvons comparer facilement ce nouveau type de piège à d'autres méthodes de surveillance entomologique. La capture de moustiques dans un piège *BG sentinel* sans adaptateur *MX* demanderait beaucoup de ressources supplémentaires pour obtenir le même niveau de finesse des analyses. Il faudrait relever les pièges 1 fois par jour, sans quoi les moustiques décèdent très rapidement par dessiccation ce qui entraîne la perte du génome viral. Cela occasionne un coût de main d'œuvre supplémentaire, comparé à un relevé tous les 3 à 4 jours, ce qui est permis avec la méthode développée dans ces travaux. Pour le même nombre de moustiques capturés (1 200 sur deux semaines pour un piège environ), il faut alors pratiquer une dissection (pour concentrer le prélèvement) puis analyser. Cette tâche fastidieuse demande une expertise technique importante et un coût de main d'œuvre supplémentaire. Enfin, un piégeage sans adaptateur *MX* demande plus de moyens pour maintenir les prélèvements congelés et les envoyer, contrairement à la conservation d'un buvard sec qui peut être envoyé à T°C ambiante par la poste. Ainsi, le rapport coût-bénéfice ou coût-efficacité de cette nouvelle méthode de piégeage n'a pas été estimé avec précision à ce stade, mais semble très prometteur et nécessiterait d'être évalué plus finement, pour voir s'il serait possible et pertinent de l'utiliser également pour la surveillance d'autres maladies vectorielles.

Les pièges ont donc été déployés dans des lieux stratégiques où le virus avait circulé en 2022 selon l'enquête équine. Le but assumé était de maximiser les chances de détecter une circulation virale chez des moustiques, afin de tester le concept de surveillance entomologique et la technologie, et non d'évaluer s'il y avait une circulation virale. Les zones où les équidés avaient été le plus exposés durant l'année 2022 étaient donc les meilleurs lieux où poser les pièges en juin 2023.

Les résultats ont montré une circulation virale intense dans les populations de moustiques en 2023 : tous les pièges ont détecté au moins une fois du WNV et du USUV dans les moustiques capturés. Le protocole expérimental écarte toute possibilité de contamination des prélèvements : la méthode a donc bien mis en évidence une circulation virale à partir de données entomologiques à bas coût.

Rappelons que la France a connu une saison de transmission de WNV exceptionnelle en 2023, avec 49 cas équins déclarés, dont 31 en Nouvelle Aquitaine, et 41 cas humains recensés dont 33 en Nouvelle Aquitaine. À titre de comparaison, il y avait eu 9 cas équins et 6 cas humains de WNV en France en 2022. Pour anticiper une épidémie, il faut dans l'idéal pouvoir détecter la

circulation virale avant les premiers cas symptomatiques chez les mammifères. D'une part, en 2023, les premiers cas humains détectés à Bordeaux par le dispositif de surveillance événementielle (cf. I.4.c, (ARS DE NOUVELLE AQUITAINE, 2023)) étaient concomitants avec la détection entomologique de la circulation virale permise mi-juillet. D'autre part, les pièges déployés dans le Blayais et la Confluence ont mis en évidence la circulation virale dans ces zones avant que la surveillance événementielle ne révèle des cas humains et équins. Sans pouvoir affirmer que la détection entomologique est plus performante que le dispositif de surveillance événementielle pour détecter une circulation précoce, un faisceau de preuves indique que ce nouveau type de pièges représente une piste pertinente pour mettre en place un dispositif de surveillance programmée. Un système actif assurerait ainsi une détection précoce de la circulation virale permettant d'anticiper sur les mesures de gestion à mettre en œuvre, tant dans les populations humaines qu'animales. Nous rappelons que le consortium de recherche a immédiatement averti le Haut Conseil de Santé Publique lorsque les premiers résultats de l'enquête entomologique ont été obtenus, afin de permettre une réponse adaptée à la situation (Annexe 5 : Lettre envoyée par le consortium de chercheurs au HCSP).

4. Discussion générale

Ce travail illustre une application du concept « *One Health* » sur le terrain, et propose des méthodes pour répondre à des enjeux de santé publique de manière transversale, en décloisonnant les secteurs de la santé animale, humaine et environnemental.

La stratégie présentée dans le I.4.a a été élaborée dans un contexte « *One Health* » et ses principes sont très utilisés et valorisés dans les projets actuels (d'aucuns parlerait d'effet de mode). La stratégie et son application en Gironde ont ciblé une application stricte¹⁸ de ces principes, et la réussite de cette entreprise ne tient pas seulement à la méthode employée mais aussi au contexte socio-politique actuel qui valorise le « *One Health* ». Les biais inhérents à ce type de démarche opérationnelle sont difficiles à décrire sans point de comparaison, or il y a peu d'initiative « *One Health* » à la même échelle¹⁹ que celle-ci. On peut noter a posteriori que cette initiative basée sur le virus West Nile, correspond aux principes de mise à l'agenda d'un problème publique par Emmanuel Henry (Henry, 2021). De plus, il est important de noter qu'initialement les opérations de recherche opérationnelle ont permis de faciliter le lancement du réseau. C'est ensuite le réseau qui a facilité le lancement d'autres études : cette synergie entre recherche et implémentation de réseau a ainsi permis un cercle vertueux. Sans être suffisant, le réseau était nécessaire pour la mise en place des actions de recherche. La comparaison avec d'autres réseaux OH n'est toutefois pas évidente car ceux-ci n'incluent que rarement des acteurs aussi divers que des institutions des différents secteurs de la santé, des collectivités territoriales, des chercheurs et des partenaires privés

Ainsi les chercheurs soutenus par les membres du réseau ont pu produire des données originales qui ont permis la rédaction de trois publications, auxquelles j'ai participé en tant que premier auteur ou co-auteur :

- **Clément Bigeard**, Laura Pezzi, Raphaëlle Klitting, Nazli Ayhan, Grégory L'Ambert, Nicolas Gomez, Géraldine Piorkowski, Rayane Amaral, Guillaume André Durand, Katia Ramiara, Camille Migné, Gilda Grard, Thierry Touzet, Stéphan Zientara, Rémi Charrel, Gaëlle Gonzalez, Alexandre Duvignaud, Denis Malvy, Xavier de Lamballerie, Albin Fontaine. *Molecular Xenomonitoring (MX) allows real-time surveillance of West Nile and Usutu virus in mosquito populations* (en cours de rédaction), 2024.
- Gaëlle Gonzalez, Camille Migné, Alexandre Duvignaud, Sandra Martin-Latil, **Clément Bigeard**, Thierry Touzet, Albin Fontaine, Stephan Zientara, Xavier de Lamballerie, Denis Malvy. *Paradigm shift towards a "One Health" monitoring of Culex-borne arboviruses circulation in France: a spotlight on West Nile and Usutu viruses in Nouvelle-Aquitaine* (en cours de rédaction), 2024.
- Noémie Chevalier, **Clément Bigeard**, Camille Migné, Teheipaura Mariteragi-Helle, Marine Dumarest, Manon Chevrier, Christel Marcillaud-Pitel, Emilie Querré, Margaux de Mas, Benoît

18 Soit une volonté d'inclusion à part égale de la santé humaine, environnementale et animale

19 Le « *One Health* » est plus souvent appliqué à grande échelle dans des projets de recherche ambitieux ou alors à des échelles plus petites avec moins d'acteurs impliqués (à fortiori un ou deux compartiments de la santé)

Durand, Coralie Lupo, Agnès Leblond, Marianne Depecker, Gaëlle Gonzalez, *Seroprevalence of West Nile, Usutu and Tick born encephalitis virus in equids from the Southwest of France in 2023* (en cours de rédaction), 2024.

Les données discutées restent malgré tout parcellaires à cause des difficultés logistiques. Une analyse statistique plus poussée mais surtout des campagnes de prélèvements complémentaires doivent être mises en place pour répondre aux nombreuses questions soulevées par ce travail : quel est le tropisme exact du WNV dans la faune européenne ? Quelles sont les stratégies d'échantillonnage et de détection qui peuvent permettre de détecter la circulation virale de manière précoce, pour sécuriser les dons d'organes et de sang ? Face à ces problématiques et grâce au soutien du LNR West Nile et du CHU de Bordeaux, j'ai soumis un projet de Formation Complémentaire Par la Recherche (FCPR) pour l'année 2024 dans le cadre de mon cursus d'ISPV (cf. Annexe 9 : Synthèse du projet de thèse FCPR de Clément Bigeard). Cela correspond à un doctorat réalisé en trois ans pour mon premier poste au sein du Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire. Cette mise à disposition a été obtenue début juin 2024.

Conclusion générale

Suite à l'initiative des institutions de santé publique de Gironde, un réseau « *One Health* » a été activé en Gironde suite à la détection, pour la première fois, de cas d'infection par le virus West Nile dans ce département en 2022, ce qui a permis d'effectuer un travail en commun par les acteurs de la santé publique. L'établissement de communications entre acteurs de différents compartiments de la santé a été réalisé à travers une démarche d'animation de réseau et d'opération de recherche opérationnelle. Cela a abouti à une réunion stratégique en juin 2023 pour échanger sur l'émergence du WNV et ainsi favoriser la communication entre acteurs en cas de crise. En juillet 2023, le WNV a réémergé en Gironde et dans d'autres départements de Nouvelle Aquitaine. Le réseau a alors été mis à profit pour favoriser le transfert d'information entre les partenaires de santé publique. La prise de décision en santé publique a été influencée par ce réseau : les dépistages génomiques viraux ont ainsi été étendus à la Charente Maritime.

Les opérations de recherche opérationnelle ont été réalisées sur une partie ciblée du territoire, et ont permis d'évaluer en partie l'aire de circulation du WNV. Les équidés présentaient une séroprévalence de 4,6 % au WNV en 2022, et étaient principalement touchés dans la zone de la Confluence. Les oiseaux présentaient une séroprévalence de 69,6% en 2022, principalement dans la Confluence et dans Bordeaux. On notera que les Pie bavardes semblaient moins touchées (48,5 % de séropositifs) que les autres espèces aviaires (au moins 83 % de séropositifs). Les études entomologiques sur les moustiques du genre *Culex* ont montré une circulation virale importante de WNV et d'USUV au sein du département. Les zones investiguées (Bordeaux, la Confluence, le Blayais) présentaient toutes des moustiques positifs aux deux virus. Ces données inédites ont permis la rédaction de trois articles scientifiques en cours de publication. Les résultats de ce travail, bien que parcellaires, posent toutefois de nombreuses questions (quels sont les facteurs de l'émergence, quelles espèces vont pouvoir être des sentinelles, quelles sont les meilleures méthodes de détection du virus WN...). Ces questions seront étudiées au travers d'un programme de recherche de 3 ans financé par le Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire, qui commencera en septembre 2024.

Liste des références bibliographiques

- ALLEMAND, C., BOURGINE, S., GIRARDO, C., *et al.* (2017) Le cheval et le moustique : des acteurs politiques ? La fièvre West Nile en Camargue, entre patrimoine menacé et enjeu de santé publique. Master II « Politiques publiques et gouvernements comparés ». Parcours politiques publiques de l'alimentation et gestion des risques sanitaires. Formation PAGERS. Marcy l'Étoile, ENSV.
- ANSES (2023) One Health : une seule santé pour les êtres vivants et les écosystèmes. *In Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.* [<https://www.anses.fr/fr/content/one-health-une-seule-sant%C3%A9-pour-les-%C3%AAtres-vivants-et-les-%C3%A9cosyst%C3%A8mes>] (consulté le 19/06/2024).
- ARS DE NOUVELLE AQUITAINE (2023) L'Agence Régionale de Santé Nouvelle-Aquitaine a reçu le signalement le 27 juillet 2023 du premier cas humain autochtone d'infection à virus West Nile chez une personne résidant à Bordeaux (quartier de la Gare). *In nouvelle-aquitaine.ars.sante.* [<https://www.nouvelle-aquitaine.ars.sante.fr/communiquede-presse-confirmation-de-la-circulation-du-virus-du-nil-occidental-virus-west-nile-en>] (consulté le 24/05/2024).
- ATHANASAKOPOULOU, Z., SOFIA, M., SKAMPARDONIS, V., *et al.* (2023) Indication of West Nile Virus (WNV) Lineage 2 Overwintering among Wild Birds in the Regions of Peloponnese and Western Greece. *Veterinary Sciences* vol. 10, n° 11, p. 661. [<https://doi.org/10.3390/vetsci10110661>]
- BOURNEZ, L., UMHANG, G., FAURE, E., *et al.* (2019) Exposure of Wild Ungulates to the Usutu and Tick-Borne Encephalitis Viruses in France in 2009-2014: Evidence of Undetected Flavivirus Circulation a Decade Ago. *Viruses* vol. 12, n° 1, p. 10. [<https://doi.org/10.3390/v12010010>]
- COLLÈGE DES UNIVERSITAIRES DE MALADIES INFECTIEUSES ET TROPICALES (2022) ePILLY Trop. *In infectiologie.com.* [<https://www.infectiologie.com/UserFiles/File/formation/epilly-trop/livre-epillytrop2022.pdf>] (consulté le 20/04/2024).
- CONSTANT, O., GIL, P., BARTHELEMY, J., *et al.* (2022) One Health surveillance of West Nile and Usutu viruses: a repeated cross-sectional study exploring seroprevalence and endemicity in Southern France, 2016 to 2020. *Euro Surveillance* vol. 27, n° 25, p. 2200068. [<https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2022.27.25.2200068>]
- DAY, J.F., SHAMAN, J. (2011) Mosquito-Borne Arboviral Surveillance and the Prediction of Disease Outbreaks. *In Flavivirus Encephalitis.* New York, IntechOpen. [<https://doi.org/10.5772/24068>]
- DE GAILLARD, C. (2023) Zoonose : nouvelle méthode de piégeage de moustiques pour le West Nile. *In LaFranceAgricole.* [<https://www.lafranceagricole.fr/equin/article/847986/zoonose-nouvelle-methode-de-piegeage-de-moustiques-pour-le-west-nile>] (consulté le 27/06/2024).
- DUFOUR, B., HENDRIKX, P. (2011) Principes de la surveillance épidémiologique. *In Surveillance épidémiologique en santé animale*, 3^e édition. Versailles, Édition Quae, p. 19-34.
- ECDC (2024) West Nile virus infection. *In Ecdc.Europa.Eu.* [<https://www.ecdc.europa.eu/en/west-nile-virus-infection>] (consulté le 19/06/2024).
- EID MÉDITERRANÉE (2024) Bti / produits utilisés - EID. *In eid-med.org.* [<https://www.eid-med.org/bti-les-produits-utilises/>] (consulté le 19/06/2024).

- FIGUEROLA, J., JIMÉNEZ-CLAVERO, M.Á., RUÍZ-LÓPEZ, M.J., *et al.* (2022) A One Health view of the West Nile virus outbreak in Andalusia (Spain) in 2020. *Emerging Microbes & Infections* vol. 11, n° 1, p. 2570-2578. [<https://doi.org/10.1080/22221751.2022.2134055>]
- FURR, M., REED, S. (2015) Mosquito-Borne Infections Affecting the Central Nervous System. In Long M.T., *Equine Neurology*, 2^e édition. Oxford, John Wiley & Sons, Ltd, p. 233-261. [<https://doi.org/10.1002/9781118993712.ch19>]
- GONZALEZ, G., BOURNEZ, L., MORAES, R.A., *et al.* (2022) A One-Health Approach to Investigating an Outbreak of Alimentary Tick-Borne Encephalitis in a Non-endemic Area in France (Ain, Eastern France): A Longitudinal Serological Study in Livestock, Detection in Ticks, and the First Tick-Borne Encephalitis Virus Isolation and Molecular Characterisation. *Frontiers in Microbiology* vol. 13, p. 863725. [<https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.863725>]
- GUBLER, D.J. (2010) The Global Threat of Emergent/Re-emergent Vector-Borne Diseases. *Vector Biology, Ecology and Control* p. 39-62. [https://doi.org/10.1007/978-90-481-2458-9_4]
- HABARUGIRA, G., SUEN, W.W., HOBSON-PETERS, J., *et al.* (2020) West Nile Virus: An Update on Pathobiology, Epidemiology, Diagnostics, Control and “One Health” Implications. *Pathogens* vol. 9, n° 7, p. 589. [<https://doi.org/10.3390/pathogens9070589>]
- HARRINGTON, T., KUEHNERT, M.J., KAMEL, H., *et al.* (2003) West Nile virus infection transmitted by blood transfusion. *Transfusion* vol. 43, n° 8, p. 1018-1022. [<https://doi.org/10.1046/j.1537-2995.2003.00481.x>]
- HARTEMINK, N.A., DAVIS, S.A., REITER, P., *et al.* (2007) Importance of Bird-to-Bird Transmission for the Establishment of West Nile Virus. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* vol. 7, n° 4, p. 575-584. [<https://doi.org/10.1089/vbz.2006.0613>]
- HAYES, E.B., KOMAR, N., NASCI, R.S., *et al.* (2005) Epidemiology and transmission dynamics of West Nile virus disease. *Emerging Infectious Diseases* vol. 11, n° 8, p. 1167-1173. [<https://doi.org/10.3201/eid1108.050289a>]
- HCSP (2023) Sécurisation des produits issus du corps humain en prévision de cas d'infection à virus West Nile. In *hcsp.fr*. [<https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/AvisRapportsDomaine?clefr=1284>] (consulté le 21/02/2024).
- HENRY, E. (2021) La fabrique des non-problèmes: Ou comment éviter que la politique s'en mêle. Lyon, Les Presses de Sciences Po. [<https://doi.org/10.3917/scpo.henry.2021.01>]
- INRAE, GONZALEZ, G., DHEILLY, N.M., *et al.* (2022) Bulletin hebdomadaire ESA 06/12/2022. In *plateforme-esa.fr*. [<https://www.plateforme-esa.fr/fr/bulletins-hebdomadaires-de-veille-sanitaire-internationale-du-06-12-2022>] (consulté le 30/07/2023).
- IWAMOTO, M., JERNIGAN, D.B., GUASCH, A., *et al.* (2003) Transmission of West Nile virus from an organ donor to four transplant recipients. *The New England Journal of Medicine* vol. 348, n° 22, p. 2196-2203. [<https://doi.org/10.1056/NEJMoa022987>]
- LADÉAU, S.L., KILPATRICK, A.M., MARRA, P.P. (2007) West Nile virus emergence and large-scale declines of North American bird populations. *Nature* vol. 447, n° 7145, p. 710-713. [<https://doi.org/10.1038/nature05829>]
- L'AMBERT, G., GENDROT, M., BRIOLANT, S., *et al.* (2023) Analysis of trapped mosquito excreta as a noninvasive method to reveal biodiversity and arbovirus circulation. *Molecular Ecology Resources* vol. 23, n° 2, p. 410-423. [<https://doi.org/10.1111/1755-0998.13716>]
- LEBLOND, A., PRADIER, S., PITEL, P.H., *et al.* (2005) An epidemiological survey of equine anaplasmosis (*Anaplasma phagocytophilum*) in southern France. *Revue Scientifique Et Technique (International Office of Epizootics)* vol. 24, n° 3, p. 899-908.

- LIM, S.M., BRAULT, A.C., VAN AMERONGEN, G., *et al.* (2015) Susceptibility of Carrion Crows to Experimental Infection with Lineage 1 and 2 West Nile Viruses. *Emerging Infectious Diseases* vol. 21, n° 8, p. 1357-1365. [<https://doi.org/10.3201/eid2108.140714>]
- MANCINI, G., MONTARSI, F., CALZOLARI, M., *et al.* (2017) Mosquito species involved in the circulation of West Nile and Usutu viruses in Italy. *Veterinaria Italiana* vol. 53, n° 2, p. 97-110. [<https://doi.org/10.12834/VetIt.114.933.4764.2>]
- MARRA, P.P., GRIFFING, S., CAFFREY, C., *et al.* (2004) West Nile Virus and Wildlife. *BioScience* vol. 54, n° 5, p. 393-402. [[https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2004\)054\[0393:WNVAV\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2004)054[0393:WNVAV]2.0.CO;2)]
- MARTIN, M.-F., SIMONIN, Y. (2019) West Nile virus historical progression in Europe. *Virologie* vol. 23, n° 5, p. 265-270. [<https://doi.org/10.1684/vir.2019.0787>]
- MARTINET, J.-P., FERTÉ, H., FAILLOUX, A.-B., *et al.* (2019) Mosquitoes of North-Western Europe as Potential Vectors of Arboviruses: A Review. *Viruses* vol. 11, n° 11, p. 1059. [<https://doi.org/10.3390/v11111059>]
- MED'VET (2024) Médicament PROTEQ WEST NILE® Suspension injectable pour chevaux. *In med-vet.fr*. [<https://www.med-vet.fr/medicament-proteq-west-nile-suspension-injectable-p2354>] (consulté le 03/03/2023).
- MINISTÈRE DE L'ALIMENTATION, DE LA PÊCHE ET DES AFFAIRES RURALES (2021) Arrêté du 27 juillet 2004 fixant les mesures techniques et administratives relatives à la police sanitaire des encéphalites virales des équidés, version en vigueur le 02 juillet 2021.
- MINISTÈRE DES SOLIDARITÉS ET DE LA SANTÉ (2020) Instruction N° DGS/VSS1/2019/258 du 12 décembre 2019 relative à la prévention des arboviroses.
- MORE, S., BØTNER, A., BUTTERWORTH, A., *et al.* (2017) Assessment of listing and categorisation of animal diseases within the framework of the Animal Health Law (Regulation (EU) No 2016/429): West Nile fever. *EFSA Journal* vol. 15, n° 8, p. e04955. [<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4955>]
- MURGUE, B., MURRI, S., TRIKI, H., *et al.* (2001) West Nile in the Mediterranean basin: 1950-2000. *Annals of the New York Academy of Sciences* vol. 951, p. 117-126. [<https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2001.tb02690.x>]
- MUSTO, C., TAMBA, M., CALZOLARI, M., *et al.* (2023) Detection of West Nile and Usutu Virus RNA in Autumn Season in Wild Avian Hosts in Northern Italy. *Viruses* vol. 15, n° 8, p. 1771. [<https://doi.org/10.3390/v15081771>]
- NAVA, A., SHIMABUKURO, J.S., CHMURA, A.A., *et al.* (2017) The Impact of Global Environmental Changes on Infectious Disease Emergence with a Focus on Risks for Brazil. *ILAR Journal* vol. 58, n° 3, p. 393-400. [<https://doi.org/10.1093/ilar/ilx034>]
- NEGEV, M., PAZ, S., CLERMONT, A., *et al.* (2015) Impacts of Climate Change on Vector Borne Diseases in the Mediterranean Basin - Implications for Preparedness and Adaptation Policy. *International Journal of Environmental Research and Public Health* vol. 12, n° 6, p. 6745-6770. [<https://doi.org/10.3390/ijerph120606745>]
- PEALER, L.N., MARFIN, A.A., PETERSEN, L.R., *et al.* (2003) Transmission of West Nile virus through blood transfusion in the United States in 2002. *The New England Journal of Medicine* vol. 349, n° 13, p. 1236-1245. [<https://doi.org/10.1056/NEJMoa030969>]
- PIERSON, T.C., DIAMOND, M.S. (2020) The continued threat of emerging flaviviruses. *Nature Microbiology* vol. 5, n° 6, p. 796-812. [<https://doi.org/10.1038/s41564-020-0714-0>]
- PRADIER, S., LECOLLINET, S., LEBLOND, A. (2012) West Nile virus epidemiology and factors triggering change in its distribution in Europe. *Revue Scientifique Et Technique (International Office of Epizootics)* vol. 31, n° 3, p. 829-844. [<https://doi.org/10.20506/rst.31.3.2167>]

- RIZZO, C., NAPOLI, C., VENTURI, G., *et al.* (2016) West Nile virus transmission: results from the integrated surveillance system in Italy, 2008 to 2015. *Eurosurveillance* vol. 21, n° 37, p. 30340. [<https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2016.21.37.30340>]
- ROSSI, S.L., ROSS, T.M., EVANS, J.D. (2010) West Nile virus. *Clinics in Laboratory Medicine* vol. 30, n° 1, p. 47-65. [<https://doi.org/10.1016/j.cll.2009.10.006>]
- SEJVAR, J.J., LEIS, A.A., STOKIC, D.S., *et al.* (2003) Acute flaccid paralysis and West Nile virus infection. *Emerging Infectious Diseases* vol. 9, n° 7, p. 788-793. [<https://doi.org/10.3201/eid0907.030129>]
- TAYLOR, L.H., LATHAM, S.M., WOOLHOUSE, M.E. (2001) Risk factors for human disease emergence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* vol. 356, n° 1411, p. 983-989. [<https://doi.org/10.1098/rstb.2001.0888>]
- TSAI, T.F., POPOVICI, F., CERNESCU, C., *et al.* (1998) West Nile encephalitis epidemic in southeastern Romania. *The Lancet* vol. 352, n° 9130, p. 767-771. [[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(98\)03538-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(98)03538-7)]
- WEAVER, S.C., BARRETT, A.D.T. (2004) Transmission cycles, host range, evolution and emergence of arboviral disease. *Nature Reviews. Microbiology* vol. 2, n° 10, p. 789-801. [<https://doi.org/10.1038/nrmicro1006>]

Annexe 1 : Logo des partenaires du Réseau One Health en Gironde en juin 2023



Annexe 2 : Poster présenté lors de la Réunion d'activation

Un réseau One Health en Gironde Qui inclure en 2023 ?



Le concept « One Health » ou « Une Seule Santé », est une approche intégrée et fédératrice de la santé humaine, animale et environnementale aux échelles locales, nationales et planétaires. Ceci se traduit par une collaboration des structures qui surveillent, gèrent et préviennent les dangers sanitaires.

Il repose sur le constat „ 75 % des maladies émergentes affectant l'Homme sont des zoonoses vectorisées (maladies transmises de l'animal à l'Homme par un vecteur hématophage).

Une interdépendance entre le fonctionnement des écosystèmes, les pratiques socio-écologiques, et la santé humaine, animale et environnementales visent à mieux comprendre, détecter, suivre et maîtriser ces agents pathogènes.

Une collaboration entre les mondes scientifique, politique et la société civile est désormais vitale. Des décisions collégiales, transversales à l'échelle nationale et régionale entre les différents acteurs sont essentielles.

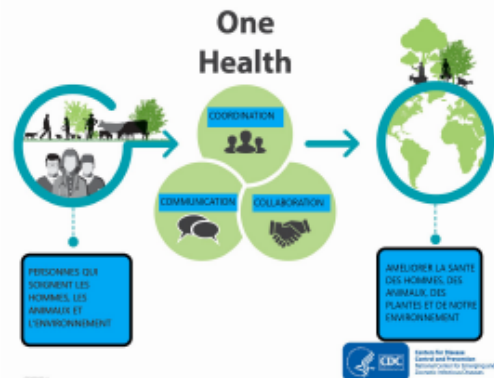


- Notre réseau s'articule en 5 catégories générales :
- Instances de gestion
 - Santé humaine
 - Santé des animaux domestiques
 - santé de la faune sauvage
 - Santé de l'environnement

Ces acteurs agissent sur des temps différents en fonction des actions menées :

- gestionnaires de crise (court/moyen terme) : mise en place des mesures d'alerte et de gestion
- laboratoires de diagnostic et de recherche (court/moyen/long terme) : mise en évidence et confirmation de l'infection, projets de recherche associés, etc.

Une collaboration étroite entre ces acteurs est indispensable pour obtenir une information fiable en temps réel et prendre des mesures de prévention et de gestion les plus adaptées.



Pour conclure, la mise en place d'un réseau « One Health » opérationnel en Gironde s'appuie sur des rencontres fructueuses avec des acteurs concernés et moteurs. Ce réseau s'établit sur des réseaux déjà existants. Une animation du réseau « One Health » par les parties prenantes, la communauté publique et scientifique s'avère indispensable pour lier les différents acteurs et harmoniser les informations clés dans le but de prévenir et anticiper de futures émergences.

Annexe 3 : Lettre adressée par le RESPE aux vétérinaires équins sentinelles

Chers Vétérinaires Sentinelles,

Les premiers cas de Fièvre de West Nile ont été détectés cette année dès le mois de mai en Italie dans l'avifaune. Et de cas aviaires en Sardaigne et dans le nord du pays ont été confirmés au mois de juin.

Dans ce contexte de début de période d'activité des vecteurs de la Fièvre de West Nile et d'une circulation de la maladie qui n'est plus limitée en France au seul pourtour méditerranéen, le RESPE appelle à la vigilance l'ensemble des Vétérinaires Sentinelles, en particulier ceux des départements de l'Aude, des Pyrénées Orientales, du Gard, de l'Hérault, des Bouches du Rhône, du Vaucluse, du Var et des Alpes Maritimes, des Alpes de Haute Provence, de l'Ardèche, du Vaucluse, de la Drôme, de Haute Corse et de Corse du Sud et, suite aux cas 2022 en Gironde, de plusieurs départements de Nouvelle Aquitaine (départements de la Gironde, de la Charente, de la Charente Maritime, de la Dordogne, des Landes et du Lot-et-Garonne).

A ce jour, le RESPE n'a recensé aucun cas de Fièvre de West Nile et n'enregistre pas d'augmentation de déclarations relevant de suspicions compatibles avec une infection à virus West Nile. Cependant, **une étude récente a montré que la circulation du virus en Gironde en 2022 s'est avérée plus importante que les 3 cas positifs recensés.** La vigilance doit donc être de mise chez des équidés, en cas d'atteintes neurologiques, de syndrome fébrile d'origine indéterminée, ainsi qu'en cas de mort inexplicée, notamment dans les départements listés. Nous vous invitons donc à déclarer tout animal suspect d'infection au virus West Nile auprès de votre DD(CS)PP ainsi qu'auprès RESPE (« Syndromes Nerveux » ou « Syndrome Fièvre Isolée») en précisant bien l'identité du propriétaire, les coordonnées du lieu de séjour des animaux (adresse, position GPS) et les effectifs d'équidés présents sur site.

Par ailleurs, en cas de mort ou d'euthanasie d'un cheval suspect et dans la mesure du possible, un prélèvement d'encéphale ou de LCR peut être effectué en complément du prélèvement sanguin afin de rechercher directement le virus si la sérologie s'avère positive. N'hésitez pas à contacter le laboratoire national de référence pour cette maladie (ANSES Maisons Alfort) ou le RESPE pour plus d'informations.

En complément d'informations, vous pouvez également consulter la **fiche RESPE** en lien.

Annexe 4 : Communication de l'ARS sur le virus West Nile



Bordeaux, le 9 août 2023

Point de situation sur la circulation du virus du Nil occidental (virus West-Nile) en Gironde (33) au 8 août 2023

A la fin du mois de juillet 2023, l'Agence Régionale de Santé Nouvelle-Aquitaine a reçu le signalement, pour la première fois en Nouvelle-Aquitaine, de cas humains autochtones du virus du Nil occidental.

Au 8 août 2023, 7 cas humains ont été identifiés en Gironde. A ce jour, 4 cas sont confirmés et 3 sont en attente de confirmation.

Jusqu'à présent, en France, les infections humaines à virus West-Nile n'ont été retrouvées que dans le pourtour méditerranéen (régions PACA et Occitanie).

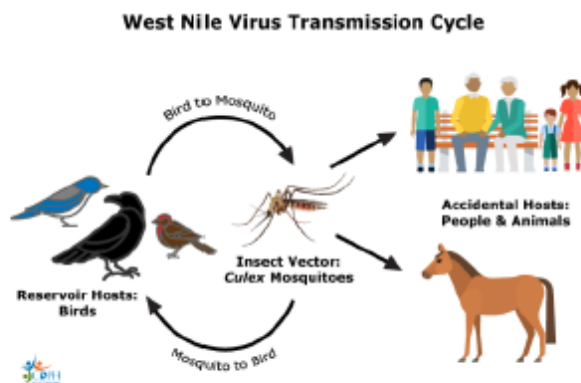
| Le virus West Nile : son mode de transmission, les symptômes pour l'homme

• Le mode de transmission

L'infection à virus West-Nile est une maladie virale transmise par les moustiques du genre *Culex* qui se contaminent exclusivement au contact d'oiseaux infectés. Les oiseaux sont les réservoirs du virus. Le moustique *Culex*, aussi appelé « moustique commun », est une espèce endémique, distincte du moustique tigre *Aedes albopictus*.

La propagation est classique : le moustique pique un oiseau porteur du virus, puis un être humain. Le virus West Nile ne se transmet pas d'homme à homme, ni de l'homme au moustique.

Les hommes et les chevaux, piqués par un moustique contaminé, sont des « hôtes accidentels ». Un risque extrêmement faible de transmission peut exister à travers les dons de sang et d'organes.



Visuel – CDPH Public Health

Annexe 5 : Lettre envoyée par le consortium de chercheurs au HCSP

Circulation active du virus West-Nile en Gironde, région Nouvelle-Aquitaine

Le 04/08/2023

Gaëlle Gonzalez, Clément Bigeard, Camille Migné, Thierry Touzet, Albin Fontaine, Grégory L'Ambert, Xavier de Lamballerie, Stéphan Zientara, Alexandre Duvignaud et Denis Malvy.

Le virus West Nile (WNV, ou virus du Nil Occidental) est un arbovirus transmis par les moustiques communs du genre *Culex* spp. La plupart des infections à WNV chez l'humain sont asymptomatiques ou d'expression bénigne (fièvre, courbatures, douleurs articulaires, éruption). Des formes neurologiques surviennent dans environ 1% des cas et entraînent parfois des séquelles ou le décès. Les personnes immunodéprimées sont plus à risque de développer une forme grave.

La circulation du WNV est connue depuis les années 1960 en France (Camargue), époque à laquelle ont été détectées les premiers cas d'infection symptomatique chez l'humain et le cheval. Depuis, des épidémiologies sont régulièrement rapportées sur la façade méditerranéenne, plus particulièrement dans les départements du Gard, des Bouches-du-Rhône et du Var (région PACA).

En 2022 :

- De façon inattendue, 3 cas équins d'infections symptomatiques à WNV ont été diagnostiqués en Gironde (région Nouvelle-Aquitaine)¹.
- Pour étudier la circulation du WNV et ses déterminants en Nouvelle Aquitaine dans un programme de recherche « One Health », un consortium scientifique interdisciplinaire et inter-institutionnel a mobilisé un réseau d'acteurs² locaux, régionaux et nationaux en santé vétérinaire, humaine et environnementale.
- Ce consortium a mené chez les chevaux une étude de séroprévalence qui a objectivé la circulation du WNV dans les territoires du Blayais et de la confluence Garonne-Dordogne.

En 2023 :

- Des cas humains d'infection à WNV ont été diagnostiqués au sein de la métropole bordelaise, incluant la ville de Bordeaux, à partir de la deuxième quinzaine de juillet.
- Le même consortium de recherche a réalisé une étude entomologique qui a confirmé la circulation en 2023 du WNV dans la moitié nord de la Gironde, au-delà de la métropole bordelaise.³

Le dispositif de recherche opérationnelle One Health a montré son intérêt et demande à être soutenu pour continuer à produire des données pertinentes pour la santé publique qui ont vocation à être mise au service d'une surveillance intégrée. L'extension de la zone d'investigation entomologique permettrait de préciser la zone de circulation du virus et d'informer les décisions de surveillance renforcée, s'agissant en particulier de la prévention du risque transfusionnel et lié à la transplantation d'organes, tissus et cellules.

¹ Laboratoire national de référence West Nile (LNR) (ANSES, Maisons-Alfort).

² Réseau d'acteurs locaux, régionaux et nationaux : DDPP33, CHU de Bordeaux, ARS, SPF, RESPE, OFB, ANSES.

³ Après 1 cas humain et de nombreux cas dans l'avifaune résidente en 2022, le virus Usutu, un proche cousin du WNV, a été détecté en 2023 chez des moustiques au cours de l'enquête entomologique.

Annexe 6 : Consentement pour l'enquête équine

Fiche informative

TITRE DU PROJET : Etude de la circulation des virus West Nile / Usutu / de l'encéphalite à tiques en Gironde

Les virus West Nile (WNV), Usutu (USUV) et de l'encéphalite à tiques (TBEV) sont 3 virus transmis par des arthropodes, le moustique pour WNV et USUV et la tique pour TBEV. Ils sont responsables de troubles neurologiques pouvant entraîner la mort chez l'Homme (WNV, USUV et TBEV), le cheval (WNV, USUV et TBEV) et les oiseaux (WNV et USUV). Ces 3 virus circulent en France avec une distribution géographique différente selon le virus. Le TBEV est principalement retrouvé dans les régions Alsace et Lorraine, WNV sur le pourtour méditerranéen et USUV quasiment sur tout le territoire métropolitain. Cependant, nous assistons, depuis peu, à un élargissement de leur aire de distribution. En effet, en 2022 des cas d'infection équine et humains à WNV en Gironde ont été décrits, USUV chez des chèvres lapones en Dordogne (non décrit jusqu'à présent dans ce département) et des cas humains de TBEV dans le Puy de Dôme.

Objectif :

L'objectif de cette étude est de déterminer le risque d'exposition des équidés pour les virus West Nile, Usutu et de l'encéphalite à tiques. Afin d'évaluer l'intensité de circulation de ces 3 virus dans le département de la Gironde, une étude de séroprévalence est menée dans les populations équinées et canines. Cette étude permettra de mettre en évidence si l'animal a produit des anticorps dirigés contre un virus précis, signifiant qu'il a été infecté par le ou les virus. La proportion d'individus ayant fait une séroconversion (production d'anticorps) nous donnera des informations précieuses quant à l'intensité de circulation et/ou présence de ces 3 virus dans le département de la Gironde et ainsi de mettre en place des mesures de gestion adaptées pour la santé publique et animale. Contrairement au cheval qui peut présenter des signes cliniques à la suite d'une infection par l'un de ces trois virus, le chien produit seulement des anticorps sans signe clinique.

La participation à notre étude est bénévole et entièrement gratuite. Un prélèvement sanguin d'un volume de 10 mL maximum sera effectué à la veine jugulaire de votre équidé. Ce prélèvement sera analysé par le Laboratoire National de Référence pour le virus West Nile à l'ANSES de Maisons-Alfort qui mettra en évidence ou non la présence d'anticorps pour ces 3 virus cités précédemment.

Avantages :

Votre participation permettra d'avoir des informations précieuses sur la circulation de ces 3 virus présentant une importance sanitaire en termes de santé publique et animale. Par le biais de cette étude, vous aurez des informations quant au statut sérologique de votre animal vis-à-vis des virus West Nile, Usutu et de l'encéphalite à tiques. Les résultats des prélèvements sur chevaux vous seront transmis gratuitement par courrier ainsi qu'éventuellement à votre vétérinaire traitant si vous le souhaitez (délai prévu : juin 2023).

Inconvénients :

La prise de sang (10 mL de sang maximum) nécessaire aux analyses peut (rarement) être responsable de douleur, saignement ou d'hématome au niveau du site du prélèvement sanguin.

Droit de retrait sans préjudice de la participation :

Vous êtes participant volontaire et bénévole à ce projet de recherche, vous restez donc libre à tout moment de mettre fin à votre participation sans avoir à motiver votre décision, et pourrez décider de la suppression des informations vous concernant le cas échéant.

Confidentialité, partage, surveillance et publications :

Toutes les données recueillies au cours du projet de recherche demeureront strictement confidentielles.

Les chercheurs principaux de l'étude utilisent les données à des fins de recherche dans le but de répondre aux objectifs scientifiques du projet de recherche décrits dans ce formulaire d'information et de consentement. Les données du projet de recherche pourront être publiées dans des articles et revues scientifiques et partagées avec d'autres personnes lors de discussions scientifiques ou conférences scientifiques.

Consentement éclairé délivré aux propriétaires d'équidés ou aux responsables d'écuries

TITRE DU PROJET : Etude de la circulation des virus West Nile / Usutu / de l'encéphalite à tiques en Gironde

Noms des investigateurs principaux de l'étude :

- Dr Gaëlle GONZALEZ, PhD, Responsable du laboratoire national de référence West-Nile et adjointe au directeur du laboratoire de référence de l'Union Européenne sur les maladies équine
- Dr Marianne DEPECKER, vétérinaire spécialisée en médecine interne équine, Clinique de Conques
- Pr. Agnès LEBLOND, Professeur à Vetagro sup
- Dr Christel Marcelland-Pinel, DMV - directeur RESPE
- M. Thierry TOUZET, Directeur de la D-Département de Gironde

Cette étude s'inscrit dans le cadre du stage de Clément Bigaud, ISPV stagiaire.

Contact pour l'étude : Clément Bigaud, adresse mail

REMPLIR EN MAJUSCULES SVP

Je soussigné(e), Madame, Monsieur

responsable des équidés (en qualité de propriétaire ou de responsable d'écurie) listés ci-après, situés à l'adresse suivante (Préciser le nom de l'écurie) :

Les chevaux :

Nom de l'animal	N° SIRE
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Fait le

à

Signature :

Donne mon accord ce jour pour la participation des équidés listés ci-dessus à l'étude.

Autorise les responsables de l'étude à utiliser les informations recueillies dans le cadre de leur étude.

Autorise à transmettre les résultats des analyses à mon vétérinaire traitant.

J'ai bien pris connaissance de la fiche informative expliquant l'objectif de cette étude et bien été informé(e) par les membres du projet du protocole suivi dans le cadre de cette étude. J'ai bien noté que l'ensemble des informations est confidentiel, que je dispose d'un droit d'accès et de modification des données me concernant, ainsi que d'un droit de retrait à l'étude et que les résultats seront conservés de manière totalement anonyme.

Le droit d'accès s'exerce auprès de :

- Dr Gaëlle GONZALEZ, PhD, Responsable du laboratoire national de référence West-Nile et adjointe au directeur du laboratoire de référence de l'Union Européenne sur les maladies équine, 14 rue Pierre et Marie Curie 94701 Maisons-Alfort (Tel : +33 (0)1 43 96 73 76, Email : Gaëlle.gonzalez@anses.fr)
- Dr Marianne DEPECKER, vétérinaire spécialisée en médecine interne équine, Clinique de Conques 3 Château de Conques 33420 Saint-Aubin De Branne (Tel : 05 57 74 94 21 Email : mdepecker@cliniqueconques.com)
- Pr. Agnès LEBLOND, Professeur à Vetagro sup, 1 avenue Bourgelat, 69280 Marcy l'Etoile (Tel : 04 78 87 27 33, Fax : 04 78 87 26 75, Email : agnes.leblond@vetagro-sup.fr)
- Dr Christel Marcelland-Pinel, DMV - directeur RESPE (Email : c.marcelland-pinel@respe.net)



Annexe 7 : Questionnaire aux gestionnaires d'écuries pour l'enquête équine

Enquête sérologique équidés WN en Gironde

1 Arrivée sur l'écurie

Présentation de l'étude avec le Flyer (importance ++ : confidentialité, résultats transmis, réunion avec autres professionnels envisagée en juillet)
Signature du Consentement éclairé

2 Rappel des critères d'inclusions et récupération des carnets

- L'animal était présent sur les lieux entre juin et décembre 2022 (tolérance = +/-2 mois)
- Pas de voyage sur le territoire méditerranéen dans les 6 dernières années
- L'animal doit avoir plus de 2 ans
- L'animal ne doit PAS être vacciné contre le West Nile

3 Questions générales écuries

NOM ECURIE :

Quel est votre vétérinaire traitant ?

Nom :

Sachant que les résultats (négatifs comme positifs) vous seront transmis, voulez-vous que nous lui transmettions également les résultats ?

Oui / Non

Combien d'animaux sont présents ?

Cheval :	Poney :	Ane :	Bovins :
Ovins :	Caprins :	Chiens :	Poules :
Canards :	Colombidés :	Autres :	

Des équidés sont-ils vaccinés contre le WN ? **Oui / Non**

Proximité d'une zone humides à moins de 7 km ? **Oui / Non**
Proximité d'une zone de chasse à moins de 7 km ? **Oui / Non**

Score de Nuisance

Pensez-vous que les animaux sont gênés par les moustiques :
Pas du tout d'accord / Pas d'accord / Neutre / D'accord / Tout à fait d'accord
Pensez-vous que les humains sont gênés par les moustiques :
Pas du tout d'accord / Pas d'accord / Neutre / D'accord / Tout à fait d'accord

Conseils :

Poser des questions sur l'hébergement des animaux, l'utilisation de répulsifs et de couvertures à ce stade, souvent tous les animaux vivent dans les mêmes conditions

Pour le questionnaire chevaux : date d'acquisition la plus précise possible pour l'année 2022, demander le mois pour 2021-2020, sinon l'année suffit.
Pas besoin impératif d'une zone de provenance précise si l'animal est présent depuis 6 ans ou plus

4 Questionnaire Animaux

	Nom	Date d'acquisition - arrivée	Provenance	Robe Grise ?	Activité *	Réputatif chimique ?*	Périodicité *	Couverture *	Bonnet*	Hébergement jour *	Nuit	WE Année	Maladie durant 2022 ?	Date
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														

Activité : S = Sport, L = Loisir, SA = Sans activité, C = Club, E = Elevage

Réputatif chimique : Indiquer « non » ou la marque / molécule

Périodicité : tous les mois, tous les trois mois...

Colonne WE / Année : préciser si variation le week-end ou durant l'année (bien demander et creuser un peu)

Bonnet, couverture : demander quand et pourquoi ils les portent

Hébergement : Paddock/pâturage = P, Box = B (ouvert), Stalle = S (fermé ++)

Annexe 8 : Protocole de prélèvements de l'avifaune pour les piégeurs et les chasseurs

PROTOCOLE D'ENQUÊTE NUISIBLES GIRONDE WN 2023

Objectif : Parmi les animaux capturés, sélectionner 20 oiseaux, en bon état, pour prélèvement de sang sur buvard

Nous allons cibler les quatre espèces suivantes : Pie bavarde, Corneille, Pigeon ramier, Pigeon bizet.

Nom : Xxx XXXX

Téléphone : xxxxxxxx

Mail : xxxxxx@xxxxx

Toutes ces données sont confidentielles et nous permettrons de vous informer des résultats que nous allons obtenir.

Collecte des prélèvements :

Il est recommandé de porter des gants en manipulant de la faune sauvage. Le virus de West Nile et le virus Usutu ne sont pas transmissibles à l'homme par contact.

Pour chaque animal :

- euthanasier l'animal par choc crânien. Une goutte se forme à l'extrémité du bec.
- Déposer cette goutte de sang sur un buvard. Laisser sécher le buvard à l'ombre, à température ambiante, sans toucher la goutte de sang pendant **24 HEURES**
- reporter le numéro inscrit sur le buvard sur le tableau (au dos)
- remplir espèce, âge (juvénile versus adulte), adresse de capture (une seule fois si c'est la même)

Envoi :

L'envoi au laboratoire d'analyse s'effectue par la poste.

Il suffit de placer tous les buvards dans l'enveloppe dédiée (ne pas tenir compte de la lettre majuscule : « Enveloppe Buvard X »).

Puis glisser cette enveloppe ainsi que la présente fiche dans l'enveloppe timbrée ci jointe, à destination de l'Anses Maisons-Alfort.

Contact :

Fabien Egal : 06 32 03 40 81. fegal.adpag@gmail.com

Clément Bigeard : 06 75 67 62 99, clement.bigeard@gironde.gouv.fr



Prélèvements :

N°animal	Date	Adresse du lieu de capture	Espèces	Âge apparent : Juvénile (J) VS Adulte (A)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

Protocole rédigé par Clément Bigeard, avec l'aide de Coralie Lupo et Fabien Egal.

Annexe 9 : Synthèse du projet de thèse FCPR de Clément Bigeard

Synthèse du dossier d'admission en FCPR	
Nom – Prénom : Bigeard Clément	Date : 28/04/2024
Titre du projet : Compréhension et anticipation du risque sanitaire humain et animal en rapport avec l'émergence des arbovirus West Nile (WNV) et Usutu (USUV) en Nouvelle Aquitaine, et développement d'action de recherche opérationnelle et innovante une seule santé en lien avec les acteurs de santé publique du territoire	
Domaine de recherche : Epidémiologie, Virologie, « One Health »	
Descriptif du sujet : <p>L'objectif général de ce projet de thèse est de proposer des méthodes et des plans d'échantillonnage optimaux ainsi que des technologies innovantes afin de comprendre l'écologie complexe des arbovirus West Nile (WNV) et Usutu (USUV) et de traduire ces résultats en recommandations à l'intention des décideurs politiques pour anticiper les épidémies/épizooties.</p> <p>Les maladies émergentes représentent des préoccupations majeures en santé publique humaine et vétérinaire. L'appréhension de ce risque ne se conçoit que dans le cadre d'une approche globale et intégrative de type « Une Seule Santé ». Les virus West Nile (WNV) et Usutu (USUV), sont deux arbovirus vectorisés maintenus selon un cycle enzootique entre l'avifaune migratrice ou résidente (réservoir et hôte amplificateur) et les moustiques vecteurs du genre <i>Culex</i> spp (Figuerola <i>et al.</i>, 2022). Ces virus peuvent également infecter des mammifères considérés comme impasses épidémiologiques de la maladie. Chez l'humain, l'infection peut se produire via la piqûre de moustique infecté mais également via les dons de sang ou greffes d'organes (Harrington <i>et al.</i>, 2003). Plusieurs questions se posent au vu du manque de connaissances sur le cycle de WNV et d'USUV. Une surveillance active et collaborative en santé animale et environnementale, adossée à la surveillance passive actuelle, permettra la génération de données qui pourront guider la prise de décision quant au risque de transmission interhumain. Pour aborder ces questions, la thèse se déroulera autour de trois axes : (i) l'amélioration des connaissances sur le tropisme des hôtes et l'identification de sentinelles ; (ii) le développement de nouvelles méthodes d'échantillonnages innovantes ; (iii) l'intégration des données et la validation d'indicateurs épidémiologiques d'alertes. Au cours du premier volet de thèse, l'exposition des oiseaux sauvages et résidents de Nouvelle Aquitaine sera évaluée dans le but d'identifier les espèces aviaires introductrices et amplificatrices. Cette évaluation se déroulera par la cartographie des espèces résidentes et migratrices et l'identification des espèces infectées présentes en Nouvelle Aquitaine. En parallèle, quatre groupes de mammifères (les carnivores domestiques, les ruminants domestiques, les ongulés sauvages et les rongeurs sauvages) seront investigués pour identifier des sentinelles de la circulation des WNV et USUV. Les données brutes seront analysées pour obtenir un état des lieux de la circulation autant géographique qu'épidémiologique. Cette partie sera effectuée durant la fin de l'année 2024 et l'année 2025. Le deuxième volet de thèse sera centré autour du développement de méthodes d'échantillonnage environnemental innovantes et d'outils moléculaires pour la détection et la caractérisation des flavivirus. Trois groupes de prélèvements seront investigués : les hôtes vertébrés (nouvelles méthodes : œufs, pièges à poussières, plumes, fécès), les moustiques (technologie MX) et les eaux usées ou de marais (survie des virus dans les eaux). Les performances des stratégies d'échantillonnage conventionnelles et alternatives seront ensuite comparées pour la surveillance de la circulation de WNV et USUV. Cette partie sera effectuée en 2025 et 2026. Le troisième axe de la thèse sera l'intégration des éléments issues des premières parties dans des modèles et des communications à destination des gestionnaires de crise. Parmi d'autres, le caractère saisonnier et la dynamique d'introduction par l'avifaune migratrice seront investigués. Cette partie sera réalisée durant l'année 2026 et 2027. Une collaboration internationale est envisagée avec l'Institut Pasteur de Dakar. Les problématiques rencontrées dans le Djoudj avec les oiseaux migrateurs et l'infection par West Nile et Usutu sont à adresser en parallèle de nos problématiques européennes. Elle reposera sur un partage de méthodes innovantes et abordables employées pour caractériser la circulation des virus sur l'arc méditerranéen.</p>	
Laboratoire d'accueil : <p>Les deux premières années de thèse se dérouleront à Bordeaux au sein de l'unité Inserm 1219/IRD EMR271, encadré par Denis Malvy et Alexandre Duvignaud (Inserm 1219/IRD EMR271 [...]). En parallèle, je me rendrais régulièrement à Maisons Alfort au sein de l'unité UMR virologie du Laboratoire ANSES de Santé Animale, sous l'encadrement de Gaëlle Gonzalez et Camille Migné (UMR virologie du Laboratoire ANSES de Santé Animale). La troisième année se déroulera à Maisons Alfort avec des retours réguliers à Bordeaux.</p>	
Directeur(s) de thèse : <p>La thèse sera co-dirigée par Denis Malvy (Inserm 1219/IRD EMR271 [...]) et Gaëlle Gonzalez (UMR virologie du Laboratoire ANSES de Santé Animale).</p>	

Etablissement d'inscription en thèse :
ED Société Politique Santé Publique (SP2) de l'Université de Bordeaux

Voie d'approfondissement effectuée et acquisition des prérequis à la réalisation d'une thèse :
J'ai intégré l'ENSV-FVI en 2022, où j'ai commencé mon cursus d'ISPV par le Master OH-MHP (anglophone) combinant des enseignements sur l'approche « Une seule Santé - One Health », l'Epidémiologie et le monde de la santé publique vétérinaire. Au cours du Master OH-MHP, j'ai eu l'opportunité de faire un stage de longue durée au sein du Laboratoire National de Référence pour le virus West Nile (LNR WNV) (ANSES, Maisons-Alfort) et de la Direction Départementale de la protection des populations du département de la Gironde (DDPP33), sous la direction du Dr Gaëlle Gonzalez (ANSES) et du Dr Thierry Touzet (alors directeur adjoint de la DDPP33). L'objectif était de développer un réseau de type « One Health » suite à l'émergence du virus West Nile (WNV) en Gironde en 2022. Le dynamisme des acteurs locaux associé à la force exécutive d'analyses des instances nationales de surveillance (LNR WNV et Centre National de Référence sur les arboviroses – CNR Arbovirus) ont permis de générer rapidement des résultats de recherche opérationnelle permettant de caractériser la circulation active du WNV chez les équidés en Gironde (Chevalier et al, 2024, en cours de soumission) et de détecter la présence de WNV et USUV chez les moustiques vecteurs en utilisant une technologie innovante et peu coûteuse (Bigéard et al, 2023, en cours de révision). Dès mai 2024, je vais effectuer un stage auprès de la Direction régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt (DRAAF) de Nouvelle Aquitaine, portant sur la mise en place de réseaux au sein de la faune sauvage pour la surveillance de la tuberculose, de l'IAHP et du WNV.

Mission complémentaire d'appui:

Il a déjà été identifié que mon travail de thèse soutiendra plusieurs actions du PRSE 4 en lien avec l'objectif stratégique de prévention des zoonoses dans une approche One Health conformément à l'action 20 du PNSE : (i) la consolidation et l'extension du réseau One Health West / Nile Usutu initié en Gironde sur d'autres départements et d'autres maladies, (ii) le déploiement de l'approche One Health sur les maladies zoonotiques animales majeures pour la région (IAHP et Tuberculose) en consolidant et en développant un réseau de surveillance de la santé animale dans la faune sauvage, (iii) l'anticipation de l'émergence de maladies infectieuses à enjeu pour la Nouvelle-Aquitaine en les identifiant et en expérimentant leur surveillance sur des territoires pilotes.

Par ailleurs, j'ai déjà participé et présenter l'action 2023 One Health lors de réunions inter DRAAF. J'ai été invité à participer à l'enseignement au sein de l'ENSV-FVI, au sein de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort (ENVA) et du Master Santé Globale dans les Suds (Université de Bordeaux). En référence aux échanges avec la Mission d'Urgence Sanitaire (MUS) et du bureau de la santé animale (BSA), cette mission complémentaire pourra être complétée pour assurer la cohérence avec la politique de la DGAL au niveau central.

Perspectives professionnelles d'après thèse :

En fonction des opportunités, je pense me diriger vers une approche de terrain pour bien intégrer les attentes, les besoins et les difficultés rencontrées par les différentes parties prenantes sur l'approche « One Health », soit en DRAAF ou en DDPP. Après cette première étape, j'espère aller vers des postes plus proches de la DGAL (BSA ou MUS). Durant ma carrière d'ISPV, un profil d'expert « One Health », en arboviroses émergentes et en collaboration recherche-institutions-acteurs pourrait m'ouvrir les portes de grandes structures comme l'European Center for Disease Prevention and Control (ECDC), ou encore la FAO, l'OMS, l'OMSA.

Personnes rencontrées (DAC, CGAAER, organismes de recherche.):

Je suis en contact avec Pascal Hendriks, IGSPV au CGAER. J'ai établi un contact avec le BSA, et avec la MUS, notamment Séverine Rautureau. Au sein des institutions de Nouvelle Aquitaine je suis en contact avec Virginie Alavoine, directrice de la DRAAF et Thierry Touzet, directeur Adjoint, Karim Tararbit, Référent régional arbovirus à l'ARS, Laurent Filleul, directeur de Santé Publique France de Nouvelle Aquitaine, Franck Martin, directeur adjoint DDPP33, Clara Marcé, directrice adjointe DD17, Lauriane Tavernier, cheffe de service SPA DD16. Je suis également en contact avec des collectivités territoriales. Erika Jouhet cheffe du service santé du conseil régional, Anne-Laure Avizou, chargée de mission One Health au conseil régional, Philippe Latrille et Sophie Lescure, chefs du service One Health – Environnement de Bordeaux Métropole.

Brève bibliographie :

FIGUEROLA J., JIMÉNEZ-CLAVERO M.Á., RUÍZ-LÓPEZ M.J., *et al.* (2022) A One Health view of the West Nile virus outbreak in Andalusia (Spain) in 2020. *Emerg Microbes Infect* 11(1), 2570-2578 HARRINGTON T., KUEHNERT M.J., KAMEL H., *et al.* (2003) West Nile virus infection transmitted by blood transfusion. *Transfusion* 43(8), 1018-1022
MORA C., MCKENZIE T., GAW I.M., *et al.* (2022) Over half of known human pathogenic diseases can be aggravated by climate change. *Nat Clim Chang* 12(9), 869-875

ÉMERGENCE DU VIRUS WEST-NILE EN GIRONDE EN 2022 : ACTIVATION D'UN RÉSEAU ONE HEALTH ET ENQUÊTE DE CIRCULATION VIRALE DANS LES POPULATIONS ÉQUINES, AVIAIRES ET ENTOMOLOGIQUES EN 2023

AUTEUR : Clément BIGEARD

RÉSUMÉ :

Suite à l'émergence du virus West Nile (WNV) dans le sud-est de la France (Gironde) en 2022, il a été proposé d'adopter une approche « One Health » en réseau pour la gestion et l'anticipation d'une réémergence de ce virus. Pour répondre à cet objectif, une stratégie de mise en place d'une initiative « One Health » a été appliquée. De plus, des enquêtes de circulation virale au sein des équidés, de l'avifaune et des populations de moustiques ont été conduites dans le département.

Le réseau « One Health » de Gironde a été activé et a permis d'identifier, de sensibiliser les partenaires puis de les réunir : La mise en place de canaux de communication entre acteurs de différents compartiments de la santé a été réalisé à travers une démarche d'animation. Ces communications ont abouti à une réunion stratégique en juin 2023 pour échanger sur l'émergence du WNV et ainsi favoriser la communication entre acteurs en cas de crise.

Les opérations de recherche opérationnelle ont montré une extension de l'aire de circulation du WNV en Gironde. Au début de l'année 2023 (avant la saison de transmission 2023), les équidés présentaient une séroprévalence de 4,6 % au WNV, les oiseaux une séroprévalence de 69,6 %. Les études entomologiques sur les moustiques du genre *Culex* ont montré une circulation virale importante de WNV sur le département. Les trois études montrent deux zones de circulation intense : le Blayais et la Confluence entre Garonne et Dordogne.

En juillet 2023, le WNV a réémergé en Gironde et dans d'autres départements limitrophes. Le réseau a alors favorisé les échanges d'informations entre les partenaires de santé publique locaux, et a guidé la prise de décision en santé publique.

MOTS CLÉS :

ONE HEALTH, WEST NILE, FRANCE, GIRONDE, SANTÉ PUBLIQUE, RÉSEAU, ANTICIPATION

JURY :

Président : Pr Grégory JOUVION
Directrice de thèse : Pr Julie RIVIÈRE
Examinatrice : Dr Estelle MANGUIN
Invitée : Dr Gaëlle GONZALEZ

WEST NILE VIRUS EMERGENCE IN GIRONDE IN 2022: ACTIVATION OF A ONE HEALTH NETWORK AND VIRAL CIRCULATION SURVEY IN EQUIDS, BIRDS AND MOSQUITOES IN 2023

AUTHOR: Clément BIGEARD

SUMMARY:

Following the 2022 West Nile virus (WNV) emergence in the south west of France (department of Gironde), a “One Health” approach has been adopted. The objective was the management and the anticipation of public health crisis due to WNV. To achieve this goal, a comprehensive « One Health » strategy was implemented, and three epidemiological studies were conducted in Gironde to assess the virus circulation in equids, avifauna, and mosquitoes.

The “One Health” network in Gironde has been activated and helped to raise awareness through conferences. Communications between stakeholders from different health sectors (human, animal, and environmental) were enhanced by by hosting collaborative actions. These efforts culminated to a strategic meeting in June 2023, to discuss the WNV emergence and promote communication between stakeholders.

Operational research actions indicated an extension of the viral circulation area in Gironde. In early 2023 (before the WNV began circulating again), equids showed a WNV seroprevalence of 4.6%, while birds had a WNV seroprevalence of 69.6%. Entomological studies confirmed WNV infection in Culex mosquitoes within the department. These three studies identified two area with significant WNV circulation: the Blayais and the Confluence of Garonne and Dordogne.

In July 2023, the WNV re-emerged in Gironde and neighbouring departments. The network was leveraged to enhance local communication among public health stakeholders, significantly impacting public health decision-making regarding the WNV.

KEYWORDS:

ONE HEALTH, WEST NILE, FRANCE, GIRONDE, PUBLIC HEALTH, NETWORK, ANTICIPATION

JURY:

Chairperson: Pr Grégory JOUVION

Thesis Director: Pr Julie RIVIÈRE

Reviewer: Dr Estelle MANGUIN

Guest: Dr Gaëlle GONZALEZ